LUND UNIVERSITY

Byggfukt i betongplatta på mark : torknings- och mätmetoder. Del 3, Skadeinventering & fältmätningar

Nilsson, Lars-Olof; Englund, Hans; Ericson, Urban; Rising, Claes

1979

Link to publication

Citation for published version (APA):
Nilsson, L.-O., Englund, H., Ericson, U., & Rising, C. (1979). *Byggfukt i betongplatta på mark : torknings- och mätmetoder. Del 3, Skadeinventering & fältmätningar*. (Rapport TVBM; Vol. 3009). Avd Byggnadsmaterial, Lunds tekniska högskola.

Total number of authors:
4

General rights
Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.
• Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
• You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
• You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: https://creativecommons.org/licenses/

Take down policy
If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

AVDELNINGEN FÖR BYGGNADSMATERIALLÄRA
LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA

SKADEINVENTERING & FÄLTMÄTNINGAR

DEL 3 AV

BYGGFUKT I BETONGPLATTA PÅ MARK TORKNINGS- OCH MÄTMETODER

LARS OLOF NILSSON
HANS ENGLUND
URBAN ERICSON
CLAES RISING

RAPPORT TVBM-3009
LUND 1979

CODEN: LUTVDG/(TVBM-3009)/1-64/(1979)

SKADEINVENTERING & FÄLTMÄTNINGAR

del 3 av

Byggfukt i betongplatta på mark
Torknings- och mätmetoder

Lars-Olof Nilsson

Hans Englund

Urban Ericsson

Claes Rising

3:e upplagan, oktober 1983

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 750595-1 från Statens Råd för Byggnadsforskning till avdelningen för Byggnadsmateriallära, LTH, Lund samt AB Skånska Cementgjuteriet, Stockholm.

ISSN-0349-4985

I N N E H Å L L S F Ö R T E C K N I N G SID

SAMMANFATTNING 3

1. INLEDNING 4

2. INVENTERING AV SKADOR 5

2.1 Byggnadsår 7
2.2 Antal hus per område 7
2.3 Bottenplattans yta 8
2.4 Övergolv 8
2.5 Betongkvalitet 9
2.6 Betongplattans tjocklek 9
2.7 Isoleringstyp 9
2.8 Dräneringslager 11
2.9 Undergrund 11
2.10 Gjuttid 11
2.11 Orsaker till fuktskada 12
2.12 Skadans omfattning 13
2.13 Reparationskostnad 14
2.14 Skadat golvmaterial 14
2.15 Reparationsåtgärd 15
2.16 Ersättning för reparation 15

3. FÄLTMÄTNINGAR 16

3.1 Mätobjekt 16
3.2 Mätmetoder 18
3.3 Mätresultat 29
3.4 Resultatanalys 48

4. REFERENSER 53

Bilaga 1. Enkätblankett 54

Bilaga 2. Mätvärden, objekt 1-16 57

SAMMANFATTNING

För att klarlägga hur olika konstruktionstyper med platta på mark fungerar i praktiken har två undersökningar genomförts, dels en enkätundersökning till större byggnadsföretag i Sverige och dels fältmätningar i småhus under byggnad.

Antalet redovisade småhusområden i enkäten var 291 st, varav 44 st hade fukt- eller vattenskador. Totalt omfattade inventeringen ca 14.000 småhus med platta på mark byggda 1976 och tidigare.

Några intressanta resultat som framkommit i inventeringen är:

- Vart femte småhusområde, i genomsnitt, har drabbats av fuktskador.
- Skador p g a markfukt är sällsynta vid underliggande värmeisolering av mineralull eller cellplast under hela plattan. Enbart randisolering ger ofta skador.
- Av områden med lättklinkerisolering har 9 % fått skador av markfukt. Skadefrekvensen är ca 20 % vid kombinationen lättklinkerisolering och undergrund av lera.
- I skadade områden drabbas i genomsnitt vart tredje hus av skador till en genomsnittlig kostnad av 3.200:-.
- En försiktig uppskattning av kostnaden för fuktskador på småhusgolv är 8 miljoner kr/år, med största sannolikhet mycket i underkant.

Fältmätningar med speciella ingjutningsgods har utförts i ett tjugotal småhus med platta på mark. Faktorer som varierat mellan de olika husen är bl a värmeisoleringstyp, undergrund, pålad grund, plattjocklek, typ av byggtorkaggreat, torktid samt övergolvkonstruktion.

Ur mätresultaten kan bl a följande slutsatser dragas för de i undersökningen ingående husen:

- Underliggande värmeisolering av cellplast minskar kraftigt uttorkningen nedåt jämfört med om mineralull användes.
- Mineralullsisolerad platta får en kraftig uttorkning nedåt.
- Lättklinkerisolering behöver tid för att själv torka, varför värmeisoleringsförmågan är försämrad och därmed uttorkningen nedåt, tills lättklinkern torkat.
- Relativa fuktigheten i marken måste förutsättas vara 100 % vid en dimensionering.
- Störst inverkan på uttorkning av byggfukt har plattjockleken. Större tjocklek än 15 cm får ingen nämnvärd uttorkning på 1-2 månader.

1 INLEDNING

Det av Statens råd för byggnadsforskning finansierade projektet "Byggfukt i betongplatta på mark. Torknings- och mätmetoder" avrapporteras i tre delar. Del 1 innehåller byggtorkning och del 2 fuktmätning.

Denna den tredje delen innehåller två separata avsnitt, men som båda på skilda sätt kan ses som en inventering av hur skilda konstruktionstyper vid platta på mark fungerar och har fungerat under de senaste åren.

Ett avsnitt är rubricerat "Inventering av skador" och redovisar resultatet av en omfattande enkät till byggnadsföretag i Sverige om vilka konstruktionstyper som har använts och erfarenheterna av dessa. Här ges information om inte bara skadedrabbade konstruktioner, vilka är relativt välkända, utan också konstruktioner som fungerat klanderfritt.

Avsnittet rubricerat "Fältmätningar" redovisar resultatet av ett stort arbete som haft två syften. För att testa fuktmätningsmetodernas praktiska handhavande och tillförlitlighet har ett stort antal fältmätningar utförts både under och efter byggnadsskedet. Mätningarna har dessutom gjorts på ett sådant sätt och på sådana objekt att mätresultaten kunnat användas för att dokumentera hur olika konstruktioner och grundläggningsförhållanden fungerar ur fuktsynpunkt.

Möjlighet finns fortfarande att följa upp dessa mätningar [x)] under en längre tidsperiod för att få en kunskap om hur fuktförhållandena utvecklas några år efter färdigställandet då många konstruktioner först successivt anpassar sig till ett jämviktsläge.

Inom projektet har också ingått en enkät till golventreprenörer om fuktskador och fuktmätning. Resultatet av denna har emellertid presenterats i "Golv till tak" nr 4-5/77 och behandlas därför inte här i sin helhet utan används bara delvis i jämförande kommentarer.

x) Har gjorts senare, jfr:
Esemark, K & Westling, I, 1980, "Bygg- och markfukt i betongplatta på mark. Långtidsuttorkning samt utvärdering av mätmetod." Examensarbete vid Byggnadsmateriallära, KTH, Stockholm.

2 INVENTERING AV SKADOR

Avdelningen för Byggnadsmateriallära vid LTH har under ett flertal år utrett skador vid konstruktioner vid platta på mark och därvid fått en stor erfarenhet av hur skadedrabbade konstruktioner fungerar ur fuktsynpunkt. Av naturliga skäl saknas däremot nästan helt erfarenhet av konstruktionstyper som fungerat klanderfritt eller skadats på ett sätt som inte föranlett utredning av orsaker och åtgärder.

Varje byggnadsföretag i Sverige har naturligtvis erfarenheter av "bra" och "dåliga" konstruktioner, men dessa erfarenheter är ofta begränsade till ett fåtal konstruktionstyper som respektive företag använder.

För att försöka få en samlad bild av dessa erfarenheter har en omfattande enkät utsänts till samtliga större byggnadsföretag i Sverige där dessa har redovisat ett stort antal uppgifter om sin småhusbyggnation och eventuell förekomst av skador. Enkätens utseende framgår av bilaga 1.

Antalet utsända enkäter var 128 stycken. Enkäterna utsändes i två omgångar, en till arbetschefer och platschefer inom Skånska Cementgjuteriet, som deltog i projektet, samt en till övriga byggnadsföretag.

Svarsfrekvensen för de båda omgångarna blev 76% respektive 42%, vilket får anses vara mycket höga siffror för en så här omfattande enkät. Resultatet av de båda enkätomgångarna stämmer relativt väl överens och redovisas därför gemensamt.

Antalet redovisade småhusområden i enkäten var 291 st varav 44 st hade fukt- eller vattenskador. Totalt omfattade inventeringen 14.310 st småhus med platta på mark.

Det bör påpekas att de som ej svarat på enkäten mycket möjligt uppvisar högre skadefrekvens än de som svarat. Det kan också antas att de kostnadsuppskattningar som gjorts, samt även omfattningen av skadorna, kan vara tilltagna i underkant. Detta gäller naturligtvis speciellt för de småhusområden som vid enkätens utskickande var relativt nybyggda

och eventuella skador inte än har visat sig.

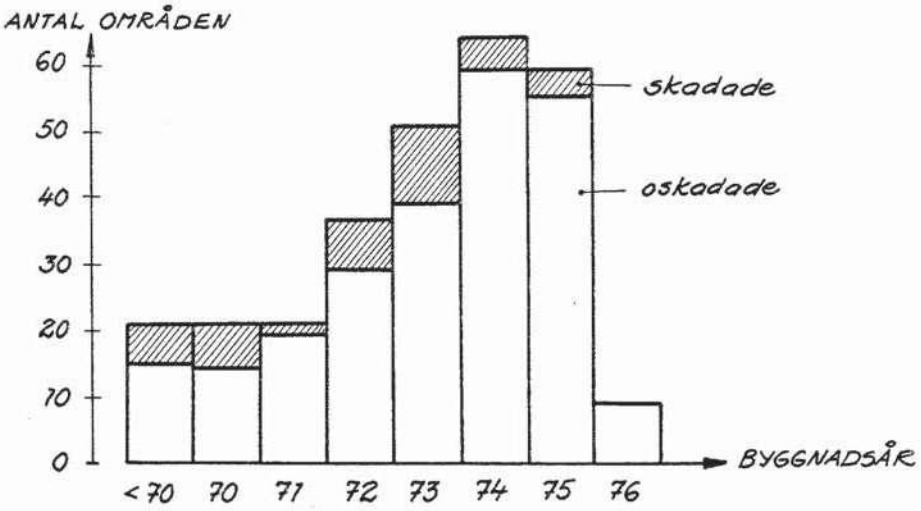
Som framgår av bilaga 1 har inventeringen omfattat följande punkter:

- byggnadsår
- antal hus per område
- ev övergolv
- betongkvalitet och -konsistens
- betongtjocklek
- isoleringslager; typ och tjocklek
- dräneringslager; typ och tjocklek
- undergrund
- ev. pålad grundläggning
- gjuttid på året
- orsak till ev fuktskada
- skadetyp
- skadeomfattning
- reparationskostnader
- typ av skadat golvmaterial
- reparationsutförande
- vem som fått betala reparationen

Resultatet av inventeringen redovisas punkt för punkt nedan, varvid mindre intressanta resultat redovisas mycket kortfattat utan någon närmare kommentar. Någon statistisk analys av materialet har inte utförts.

2.1 Byggnadsår

Totalt har 44 områden av 291 haft skador, dvs 15%. Av dessa var 9 områden enbart skadade av vattenläckage, varför 12% drabbats av fuktskador.



Den största andelen skador finns bland de äldre områdena (1969-70). Småhusområdena byggda 1974-76 uppvisar en liten andel skador. Det förefaller alltså som om skadorna ofta uppkommer 2-3 år efter det att området är färdigbyggt.

Det förefaller därför rimligare att ange skadefrekvensen för områden byggda 1973 eller tidigare. Av dessa har 35 områden av 154 drabbats av skador. Detta antyder en skadefrekvens på 23%. Omkring vart fjärde småhusområde har alltså drabbats av skador. Av dessa är ca 20% fuktskador och resten vattenläckage.

2.2 Antal hus per område

Totalt omfattade inventeringen 14.310 hus fördelade på 291 områden, vilket ger en genomsnittlig områdesstorlek på ca 50 hus. En tredjedel av områdena innehåller 10-30 hus. För områden med mindre än 10 hus har inga skador upptäckts, vil-

ket får anses slumpartat, och det finns en tendens till att andelen skadade områden med ett visst antal hus ökar med ökande områdesstorlek, vilket är ganska naturligt.

2.3 Bottenplattans yta

Två tredjedelar av områdena har en yta på bottenplattan på 80-110 m^2 och två tredjedelar av skadorna har drabbat hus med denna yta hos bottenplattan. Bottenplattans storlek är alltså av underordnad betydelse vad gäller uppkomst av skador.

2.4 Övergolv

Av skadade områden var i 6 av 44 konstruktionen försedd med övergolv av någon typ. I fyra av dessa var orsaken vattenläckage. Ett område hade skadats av byggfukt på grund av omvänd temperaturgradient och i det sjätte var skadeorsaken okänd.

Av oskadade övergolv fördelades konstruktionstyperna enligt följande:

Luftat träövergolv	16 st
Spånskiva på cellplast	11 st
Överbetong på mineralull	13 st

I undersökningsmaterialet fanns alltså bara ett skadefall med övergolv där skadeorsaken konstaterats vara fukt, och detta fall var mycket speciellt med uppvärmd grund och därför omvänd temperaturgradient.

På senare år har ett stort antal hus med träövergolv drabbats av luktproblem orsakade av fukt, men inte ett enda av dessa har ingått i undersökningsmaterialet, möjligen beroende på att denna konstruktionstyp är vanligast i småhusbyggsatser vilka inte används i någon större omfattning av de större byggnadsföretag som deltagit i inventeringen.

2.5 Betongkvalitet

Den vanligaste betongkvaliteten är K250 med konsistens varierande mellan lättflytande, L, och plastisk, P, vilken använts i 86% av områdena. Bara i 2% har högre betongkvalitet använts, och i dessa har inga skador inträffat, men antalet områden är bara 6 varför inga slutsatser kan dras.

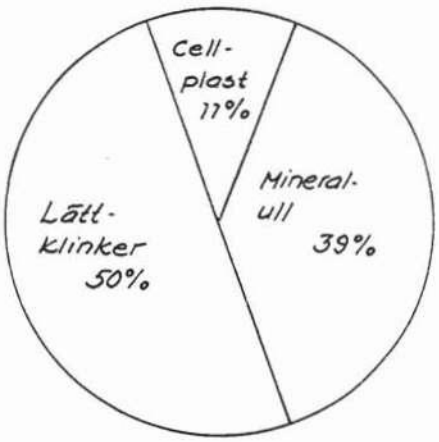
2.6 Betongplattans tjocklek

Den oftast förekommande betongtjockleken är 10 cm, bara i undantagsfall över 12 cm. Skadefrekvensen för plattor tjockare än 15-16 cm är mycket stor, mer än 50%, men antalet områden är litet, bara 6 st.

Av dessa sex anges två vara skadade av markfukt och ett av byggfukt.

2.7 Isoleringstyp

Enkäten som speglar förhållandena fram till 1976 gav som resultat, vad gäller använd typ av värmeisolering, att lättklinker användes något mer än mineralull, se nedanstående figur.



Av totala antalet skador var fördelningen relativt jämn mellan de olika isoleringstyperna. Tas däremot hänsyn till typ av skada och konstruktionssätt, fås ett helt annat resultat, se nedan.

2.7.1 Isolering med mineralull

Av områden med mineralull som värmeisolering är 13 st skadade vilket är 12% av dessa. Av dessa 13 är fyra med enbart randisolering skadade av fyra möjliga, tre är skadade av vattenläckage, två av byggfukt, ett av artesiskt vatten samt ett har drabbats av luktproblem vars orsak inte kunnat bestämmas. I resterande två fall är skadeorsaken okänd.

Av dessa, över etthundra områden, isolerade med mineralull har alltså skador som konstaterats bero på markfukt endast uppkommit där enbart randisolering använts. Två tveksamma fall kan eventuellt också bero på markfukt. Skador på denna konstruktionstyp är alltså sällsynta.

2.7.2 Isolering med lättklinker

15 cm är den vanligaste isoleringstjockleken hos lättklinker. Något direkt samband mellan tjocklek och skadefrekvens kan inte utläsas.

Av de 146 områden med lättklinker som värmeisolering är 23 st drabbade av fuktskador och vattenläckage, vilket motsvarar 16%. Av dessa 23 är två skadade av vattenläckage, sex av byggfukt, ett av felaktigt lim och 13 av markfukt. I ett fall är skadeorsaken okänd. Av områden isolerade med lättklinker har alltså 9% fått skador p g a markfukt.

2.7.3 Isolering med cellplast

Av 31 st områden med cellplast som värmeisolering har 5 drabbats av skador, dvs ca 16%.

Konstruktionerna är följande huvudtyper:

Underliggande cellplast	7 st alla oskadade
Cellplast i övergolv	16 st varav 2 skadade
Cellplast i sockel + varmvattenslingor i golv	8 st varav 3 skadade

Av de två skadefallen med övergolv beror ett på vattenläckage och ett på byggfukt i kombination med omvänd temperaturgradient. De tre skadefallen med varmvattenslingor i golv beror på markfukt.

2.8 Dräneringslager

Grus är det helt dominerande materialet som dräneringslager med en frekvens på 77%. Av övriga områden saknar 7% dräneringslager (lättklinker direkt på undergrund), 10% har singel och 5% makadam som dräneringslager. Något direkt samband mellan skador och typ av dräneringslager eller lagertjocklek finns inte, dock har en påfallande hög andel (23%) av områden med dräneringslagrets tjocklek < 10 cm drabbats av skador.

2.9 Undergrund

Den vanligaste typen av undergrund är lera. Lera har också en något högre skadefrekvens (18%) än övriga material (10-11%).

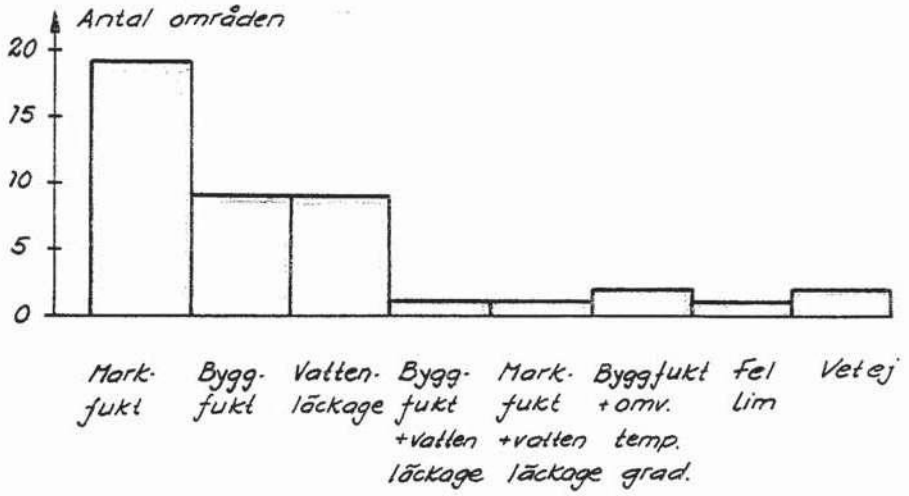
Av ej skadade områden har 8% pålad grund. Motsvarande siffra för områden med skador är 17%. Detta sammanhänger i viss mån med att dessa har lera som undergrund som också har en större skadefrekvens.

2.10 Gjuttid

Gjuttidpunkten är relativt jämnt fördelad över året med lika stor andel under årets första sex månader som under de fem månaderna efter byggsemestern. Under den första perioden är fördelningen jämn mellan månaderna medan under den sista är det en viss topp under oktober månad. Någon större skillnad mellan årstiderna vad gäller antal skador kan inte utläsas.

2.11 Orsaker till fuktskada

För de områden som drabbats av fukt- och vattenskador har orsaken till skadan fördelats enligt nedanstående figur.



Markfukt är den orsak till skadorna som angivits i de flesta fall, cirka dubbelt så många som fall med byggfukt som orsak. Nedan redovisas mer detaljerat de faktorer som är relevanta i samband med fuktskador som orsakats av markfukt och byggfukt.

2.11.1 Markfukt

Följande kombinationer av isolering + dräneringsmaterial + undergrund har förekommit i områden skadade av markfukt:

Isolering	Drän.mtrl	Undergrund	Områden			Anm.
Lättklinker	Grus	Lera Morän Silt	7 2 1	10	13	Lättklinker på lera eller morän utgör 12 av dessa
	Inget	Lera Morän	2 1	3		
Mineralull	Singel	Lera	3		4	Enbart randisolering
	Grus	Morän	1			Källåder
Cellplast	Grus	Silt	3		3	Enbart randisolering

I undersökningsmaterialet finns alltså ett enda skadefall med underliggande värmeisolering, under hela plattan, av mineralull eller cellplast där skador uppkommit p g a markfukt. Orsaken är här en källåder och tre hus av femtio har drabbats. Skador på denna konstruktionstyp är minst sagt sällsynta, trots att undersökningen omfattat 92 st områden med denna konstruktion.

Med lättklinker som underliggande värmeisolering under hela plattan har emellertid ett flertal skador uppkommit p g a markfukt. Av 146 områden med denna konstruktionstyp har 13 skadats av markfukt. Av de 146 områdena är i 46 undergrunden lera varav 9 skadats av markfukt, dvs en skadefrekvens på 20%.

2.11.2 Byggfukt

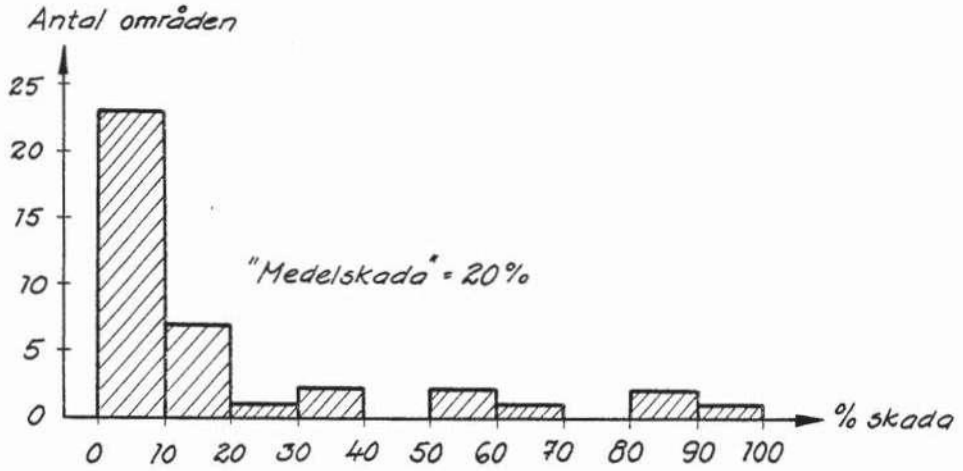
Av de skadade områdena har enligt uppgift 9 st skadats av byggfukt. Något entydigt samband mellan byggfukt som skadeorsak och konstruktionstyp finns inte. Av de nio är åtta den vanligaste konstruktionen med 8-10 cm tjock betongplatta K250 L-T med underliggande värmeisolering av olika typ.

Det nionde fallet är en 18 cm tjock betongplatta K200 T som utgör ett av de sex områden som har plattjocklekar större än 16 cm. Skadan består av att parkettgolvet rest sig i 10 av 78 hus.

Man måste nog förutsätta att många fall som beror på byggfukt aldrig kommit till byggnadsentreprenörens kännedom och därför inte heller ingått i denna inventering. Dessa skador klaras upp mellan fastighetsägare och golventreprenör genom byte av golvbeläggning sedan betongen fått torka ytterligare.

2.12 Skadans omfattning

Med skadans storlek menas hur många hus per område som blivit skadade. Det är mycket vanligt att endast några hus per område uppgivits som skadade. Man kan dock anta att dessa siffror är tilltagna i underkant. Nedan redovisade värden är hämtade från områden med skador.



I skadade områden har i genomsnitt vart femte hus drabbats. Av uppgifterna från de som kunnat uppskatta även den framtida skadeomfattningen kan man utläsa att i genomsnitt vart tredje hus kommer att vara drabbat av skador.

2.13 Reparationskostnad

Kostnaden för att åtgärda skadorna i ett hus varierar mellan 500 och 6.000 kronor. Genomsnittskostnaden uppgår till 3.200 kr. Även här kan det vara befogat att misstänka att de faktiska kostnaderna kan ligga högre. Orsaken till detta är givetvis frågans karaktär.

Räkneexempel: Antag 50.000 småhus/år
15% av alla områden skadas, 33% av husen i varje skadade område.

Total kostnad per år
$0{,}15 \cdot 0{,}33 \cdot 50.000 \cdot 3.200 \approx$ 8 miljoner kr/år

2.14 Skadat golvmaterial

Huvuddelen av skadorna har drabbat plastmattor eller -plattor i någon form. Skador på plastfilt, homogen plastmatta och kork-o-plast har inträffat i 35 av de 41 områdena. Textilmattor har drabbats i tre fall, parkett i två och linoleum i ett.

I enkäten om fuktskador till golventreprenörer angav 80% att man haft skador på parkett vilket inte alls stämmer med ovanstående. Detta beror naturligtvis på att vid denna typ av skador blir mycket sällan byggnadsentreprenören inblandad.

Bland de skador som ingår i inventeringen finns hela skalan av olika skadetyper vid fuktskador, se nedan.

Typ av skada	Golvmaterial
Färgförändring	Kork-o-plast
Mattor bubblat sig	Plastmatta Textilmatta
Mattor lossnat	Kork-o-plast Plastmatta
Dålig lukt	Plastmatta Parkett Textilmatta
Svällning-uppbuckling	Parkett Linoleum på spånskiva

2.15 Reparationsåtgärd

Av de skador som åtgärdats, en fjärdedel var fortfarande under utredning, var den vanligaste åtgärden förutom mattbyte också en primning, dvs applicering av ny fuktspärr. I enstaka fall med övergolvkonstruktion utbyttes hela denna.

Av de föregående avsnitten framgår att den vanligaste skadeorsaken är markfukt. Enligt ovan förlitar man sig på en ny fuktspärr som åtgärd mot detta, vilket är ganska märkligt, men belyser hur man i många fall behandlar fuktskador i byggbranschen. En sådan enkel åtgärd kan knappast fungera i längden, för detta krävs också att fuktkällan, dvs markfukten, stoppas. Åtgärden innebär emellertid att man kan skjuta på problemet.

2.16 Ersättning för reparationen

Oftast får byggnadsföretaget stå för kostnaden för reparationen, i några fall golventreprenören. Försäkringsbolaget betalar när orsaken är vattenläckage. Av de fall som inte varit vattenläckage har byggnadsföretaget stått för kostnaden i ca 2/3 av fallen. Övriga betalas av golventreprenör eller husägaren själv.

3 FÄLTMÄTNINGAR

Med avsikt att testa fuktmätningsmetodens praktiska handhavande och tillförlitlighet har en större serie fältmätningar genomförts under och efter byggnadstiden i ett tjugotal småhus med platta på mark. Erfarenheter från dessa mätningar har successivt använts för att förbättra mätapparaturens utformning och mätmetodens tillämpning i fält.

Mätningarna har dessutom utförts på ett sådant sätt och på sådana objekt att mätresultaten också kunnat utnyttjas för att dokumentera hur olika konstruktionstyper fungerar ur fuktsynpunkt. Eftersom mätningarna ingått i ett utvecklingsarbete har naturligtvis en del missöden och mätfel uppkommit som gjort att mätningarna inte är fullständiga och ibland är behäftade med grova fel. Trots detta kan mätningarna ge en bra uppfattning om olika faktorers betydelse för fukttillståndets förändringar vid platta på mark.

Större delen av de mätpunkter som använts är fortfarande tillgängliga och bör utnyttjas för en uppföljning av konstruktionernas funktion ur fuktsynpunkt då dessa kommit i "jämvikt". Härav kan erfarenheter fås om fukttillståndens utveckling på längre sikt samt hur klimatväxlingarna inverkar under en årscykel.

3.1 Mätobjekt

För försöken utvaldes 17 st småhus i Stockholmstrakten, 3 st i Jämtland samt ett mindre antal i Skåne. Bland dessa småhus fanns variationer i utförande vad gäller undergrund, markisolering, betongkvalité samt golvkonstruktion. I några av husen testades dessutom alternativa byggtorkningsmetoder.

Husen har ställts till förfogande av AB Skånska Cementgjuteriet som för dessa fältmätningar ändrade utformningen av vissa hus för att ovanstående variationer skulle kunna studeras. Med berörda fastighetsägare träffades avtal om tillstånd att mäta även efter inflyttning vilket naturligtvis med-

Hus nr & beteckning	Under-grund		Isolering			Betong (K250 T där ej annat anges)	Antal mätpunkter per hus	Tidplan (vecka)				Anm.
	Lera	Morän	Min.ull	Lättklink.	Cellplast			Gjutning	Stomresn.	Mattläggn.	Inflyttn.	
1 30A	x				x		2	47	12	18	22	Pålad grund
2 31A	x		x				2	47	12	18	22	Pålad grund
3 9B	x		x				1	43	6	12	16	Pålad grund
4 10B	x				x		2	47	11	18	22	
5 14B		x	x				1	44	8	16	18	
6 40A	x		x			K 400 T	1	42	(4)	(11)	(14)	( ) osäkra
7 43A	x		x				2	42	4	11	14	7-12 Rest av torkaggregat
8 44A	x		x				2	42	(3)	(10)	(12)	( ) osäkra
9 45A	x		x				2	42	3	10	12	
10 15B	x		x				1*)	44	8	14	18	*) Mätpunkt 2 ej återfunnen efter gjutning
11 16B	x		x				2	44	9	14	18	
12 17B	x		x				1*)	44	9	14	18	*) Mätpunkt 2 ej återfunnen efter gjutning
13 342		x		x		K 300 T	2	45	48	9	12	
14 343		x		x*)		K 300 T	2	45	48	9	12	*) Ventilerad lättklinkergrund
15 344		x		x		K 300 T	2	45	48	9	12	
16 47	x				x*)		1	43	6	11	13	*) Övergolv med spånskiva på cellplast

Tab. 3.1 Mätobjekt

v. 42 - 52: 1976
v. 1 - 22: 1977

förde vissa olägenheter för dessa bl a att en del golvbeläggningar skadades och måste ersättas eller repareras sedan mätningarna avslutats.

Missöden vid ingjutning av mätpunkter och vid mätning med den första instrumentutformningen samt informationsproblem vid mätning på arbetsplatserna gjorde att mätvärden inte kunde erhållas från vissa hus varför dessa måste utgå. Kvar står 16 st hus i Enebyberg, Viksjö och Ekeby, dvs samtliga i Stockholmstrakten.

I tabell 3.1 redovisas uppgifter om ingående material, konstruktionsutformning samt tidplan för de skilda objekten. Samtliga hus är av typ "platta på mark" med underliggande värmeisolering utom ett objekt med övergolvkonstruktion. Värmeisolering finns under (resp. över) hela plattan, vars yta varierar mellan ca 80 och 100 m^2.

3.2 Mätmetoder

Förutom att testa mätutrustningen, var avsikten att studera konstruktionerna med avseende på både markfukt och byggfukt. För detta ändamål konstruerades ett speciellt ingjutningsgods, passande till den inom projektet utvecklade RF-givaren av instickstyp.

Ingjutningsgodset kompletterades med termoelement för mätning av temperatur samt ingjutningsgivare av spiraltyp för mätning av fuktkvotsförändringar i plattunderkant.

Uteklimatet registrerades med termohygrograf och inneklimatet mättes med termometer och hårhygrometer.

3.2.1 Ingjutningsgods

Ingjutningsgodsets principiella utseende framgår av fig 3.1.

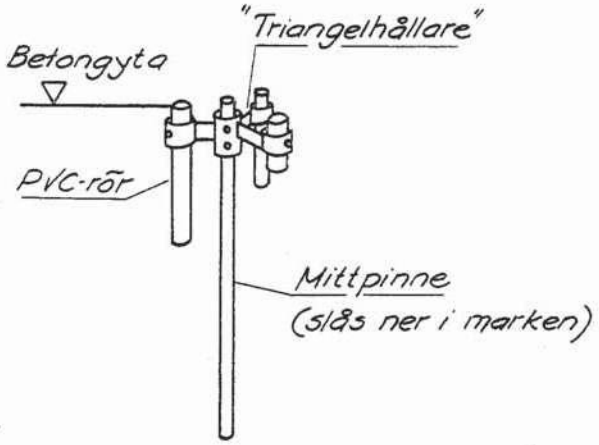


FIG. 3.1 Ingjutningsgods (placeras med rörens övre ände i nivå med färdigt golv).

En mittpinne av slät armeringsstång ϕ 12 mm slås ner i marken genom isolering och dräneringslager så att övre änden hamnar på en nivå motsvarande något under färdigt golv. På denna fästes en triangelhållare med en låsskruv. I triangelhållaren finns plats för tre el-rör av PVC med yttre diameter ϕ 22.5 och inre ϕ 19.5. Rörens längd motsvarar avståndet från blivande betongyta till respektive mätdjup. Rören fästes likaså med en låsskruv, dock iakttages försiktighet så att rören inte blir för ovala, då givarna annars inte skulle passa i rören.

Rören förses med en bottenkork av gummikork nr 34 som för längre rör kompletterats med en dragtråd så att bottenkorken kan avlägsnas efter gjutning. Rören förseglas i övre änden med en mässingspropp med o-ring och ett distansrör av PVC tillser att bottenkorken inte trycks upp vid gjutningen, jfr fig 3.2.

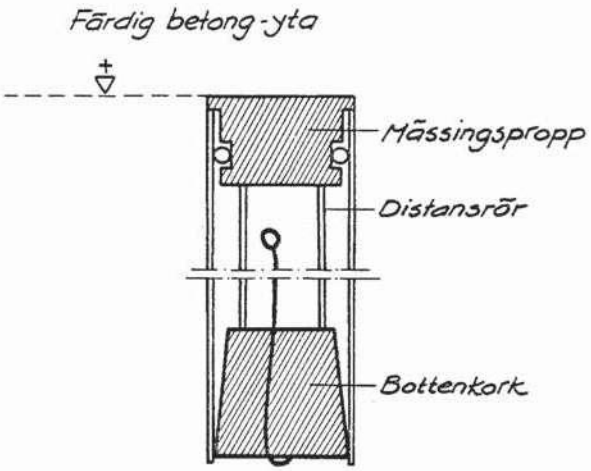


FIG. 3.2 PVC-rör färdigt för ingjutning.

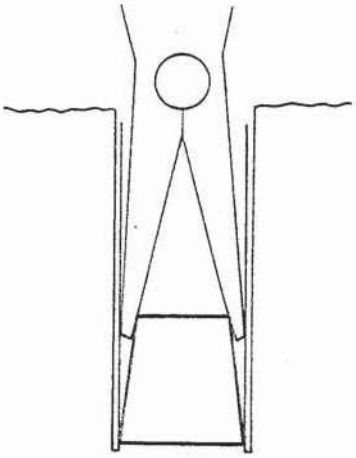


FIG. 3.3 Avlägsnande av bottenkork vid korta rör.

Vid korta rör för mindre mätdjup kan dragtråden i bottenkorken utelämnas och denna avlägsnas med en plattång enligt fig 3.3.

På grund av att mässingsproppen är dyr att tillverka har denna ersatts med en gummikork i ett senare utförande av ingjutningsgodset. Härvid har också distansröret kunnat utelämnas genom att dragtråden till bottenkorken fått gå ända upp genom övre korken, se fig 3.4 och 3.5, och också fungerar som distansträd.

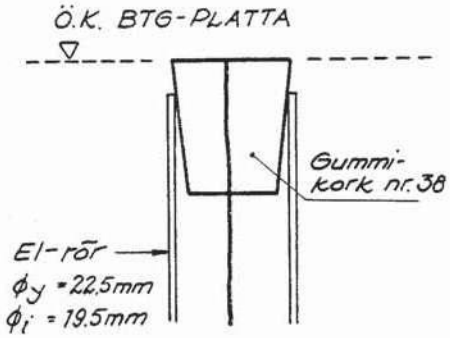


FIG. 3.4 Detalj, övre del av PVC-rör i senaste utförande.

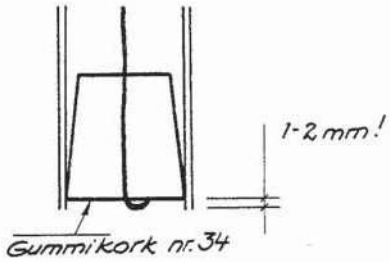


FIG. 3.5 Detalj, undre del av PVC-rör i senaste utförande.

Med detta utförande är ingjutningsgodset mycket billigt och enkelt att montera. Respektive rör tillverkas lämpligen något längre än vad ritningarna anger, eftersom avvikelsen i plattjocklek mellan ritning och verklighet kan vara stor, och kapas till exakt längd på arbetsplatsen vid montering. Till detta erfordras bara en kniv och en avbitare, se fig 3.6.

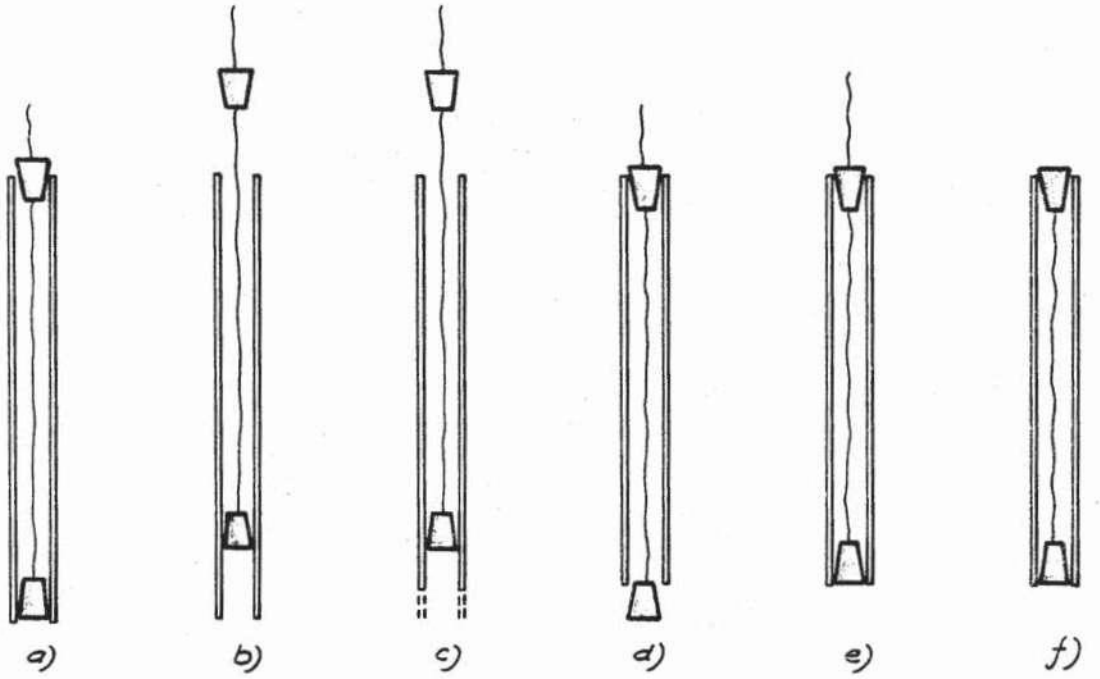


Fig. 3.6 Kapning av PVC-rör till exakt längd

a) leveranslängd
b) dragtråd med övre kork och bottenkork drages upp något
c) röret avkapas till rätt längd i undre änden med kniv
d) övre korken isättes
e) övre kork fasthålles och bottenkork drages upp i rätt läge med hjälp av dragtråden
f) överskjutande del av dragtråd klippes av med avbitare

Vid ingjutning i betongplatta som senare skall förses med övergolv har ingjutna rör påskarvats enligt fig 3.7 genom att skarva det rör som skall gjutas in med en skarvmuff.

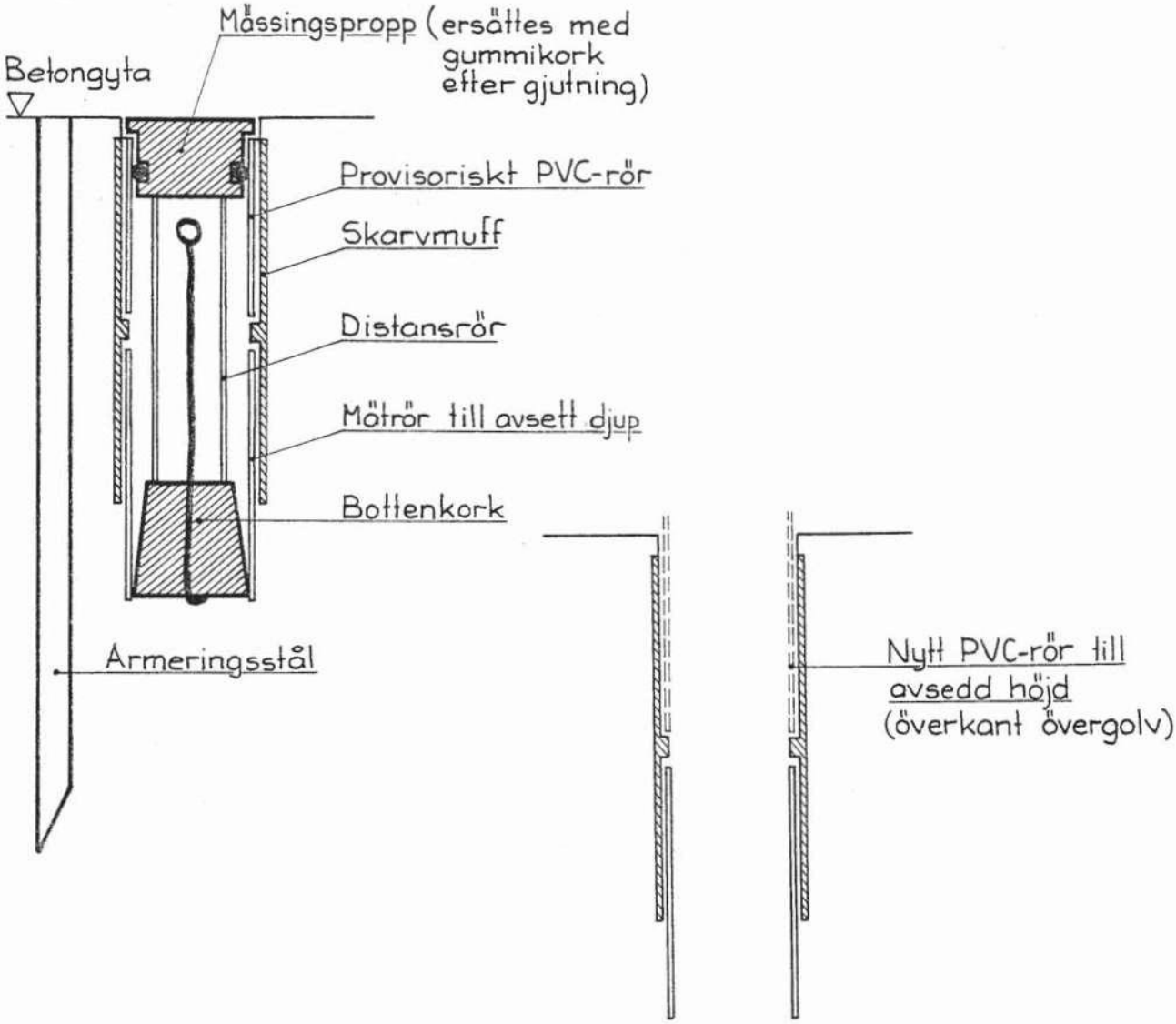


Fig. 3.7 Modifierat ingjutningsgods för övergolvkonstruktion; a) ingjutning, b) läggning av övergolv

Sedan ingjutningsgodset monterats på avsedd plats med överkanten i nivå med framtida färdigt golv, egentligen betongyta, kompletterades detta med termoelement för mätning av temperaturer under och över värmeisolering samt på olika djup i betongplattan. I en del mätpunkter placerades dessutom en resistiv ingjutningsgivare av spiraltyp i plattans underkant.

Termoelement och spiralgivare tejpades fast på ingjutningsgodset på avsedda nivåer och kablarna drogs längs mittpinnen upp genom en öppen spiralfjäder som var fastsatt i denna så att någon dm stack upp över blivande betongyta. Då vibrobryggan drogs över ingjutningsgodset vid gjutning, böjdes spiralfjädern innehållande kablarna så att vibrobryggan kunde passera utan att kablarna skadades. Då vibrobryggan passerat, rätade spiralfjädern åter ut sig och kablarna kunde friläggas. Efter gjutning klipptes synlig del av spiralfjädern bort.

I fig 3.8 visas det principiella utseendet hos ett komplett ingjutningsgods efter gjutning sedan bottenkorken avlägsnats och övre korkar ersatts med nya. Figuren visar alltså en komplett mätpunkt färdig för mätning vid upprepade tillfällen.

Tiden för uppsättandet av ett ingjutningsgods var mellan 1-2 timmar och själva arbetet erbjöd sällan några större problem; ibland var det dock lite problem att få ingjutningsgodset vertikalt.

Vid själva ingjutningen uppstod en del problem då vibrobryggan skulle passera över ingjutningsgodset. På grund av dess egentyngd blev nedböjningen i mitten ibland så stor, att underkanten på vibrobryggan kom att gå någon cm under avsedd nivå. Detta medförde att den ibland kunde gå emot rörens överkant så att dessa blev rubbade ur sitt läge.

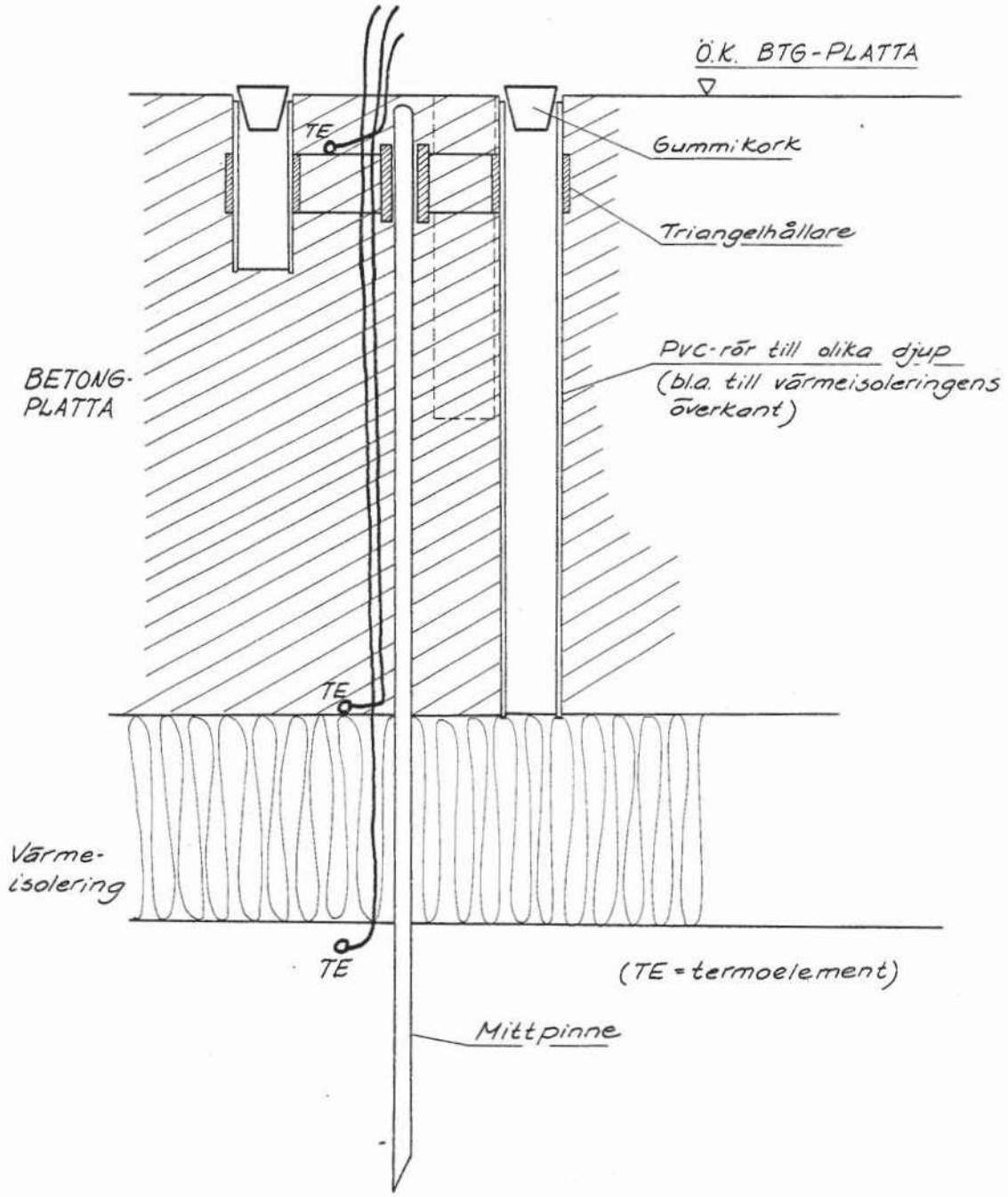


Fig. 3.8 Komplett ingjutningsgods, efter gjutning, färdigt för mätning

Av totalt 105 ingjutna rör var det dock bara 6 som ej återfanns efter gjutning. Under tiden mellan gjutning och stomresning var mätpunkterna relativt oskyddade och vissa av dessa utsattes för åverkan, t ex att en del kablar slets sönder m m. Även efter stommens resande förstördes vissa mätpunkter på grund av ovarsamhet. Bättre information torde vara ett botemedel mot dessa problem.

3.2.2 Mätförfarande och mätutrustning

Relativa fuktigheten (RF) mättes med insticksgivare, utvecklade inom projektet (se rapportdel 2), genom att dessa placerades i respektive plaströr och tätning uppnåddes mellan givare och rör med en expanderbar gummiring enligt fig 3.9.

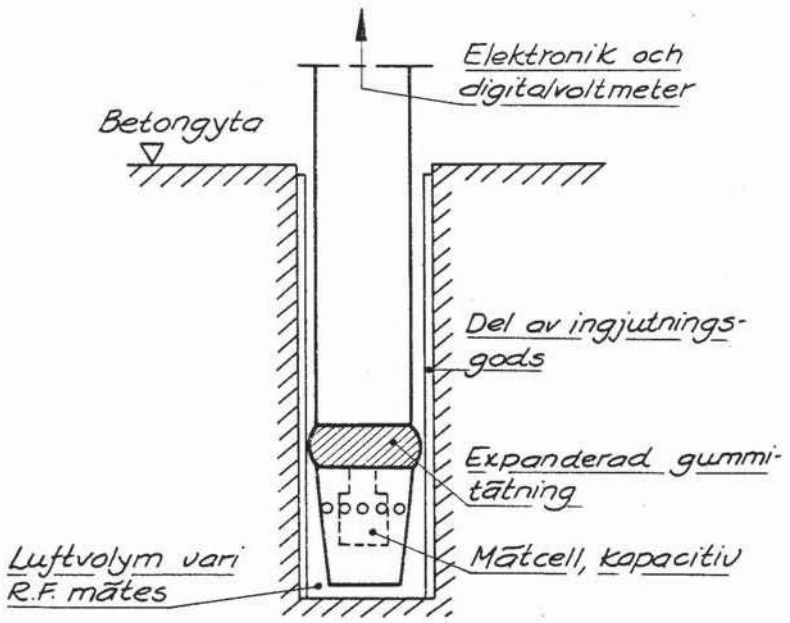


Fig. 3.9 MÄTPRINCIP (RF-mätning i liten luftvolym i jämvikt med betong på visst djup)

Mellan RF i den lilla luftvolymen kring mätcellen och RF i betongen i plaströrets botten uppnås så småningom jämvikt. Det tog ca 4 timmar innan man kommit så nära jämvikt att resultat med tillfredsställande noggrannhet kunde erhållas. Därefter avlästes ett utslag i mV på det till givaren kopplade digitala instrumentet vilket via en kalibreringskurva kunde översättas till RF.

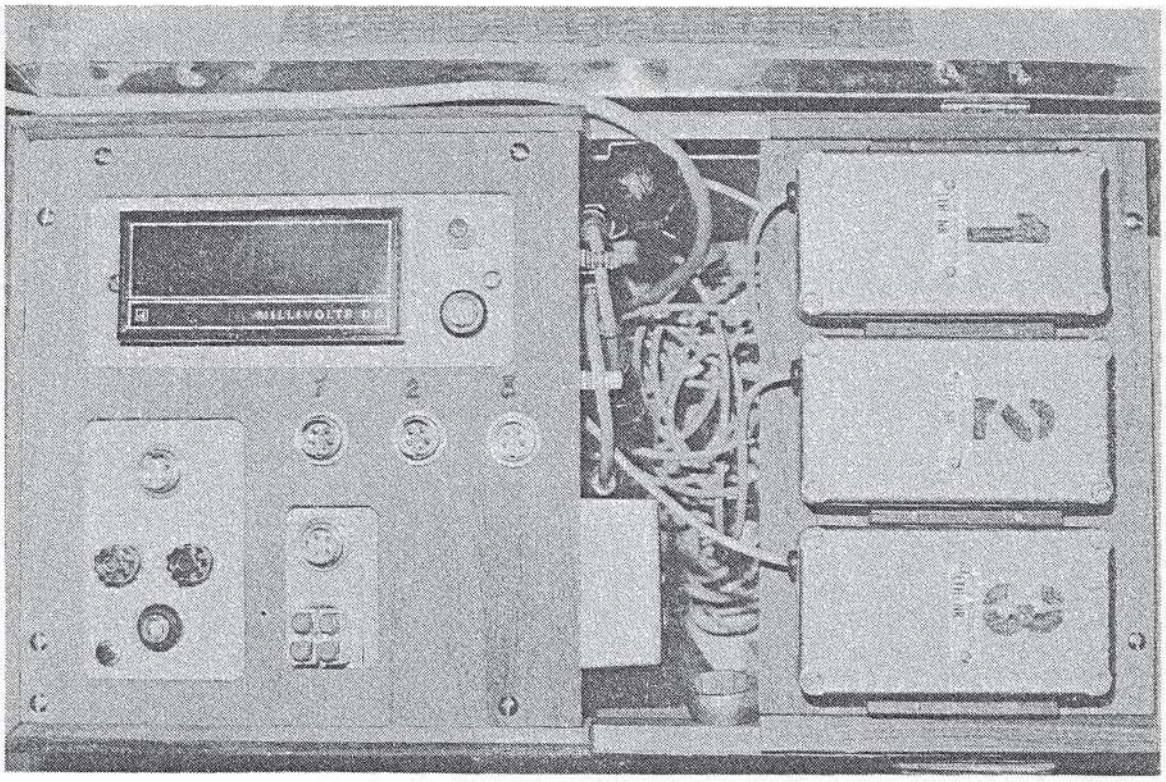
Till resistansgivarna hade byggts ett speciellt instrument som skickar en växelström med perioden 50 Hz genom givarna varvid resistansändringar i givarna ger förändring i spänning, vilken avläses. Spänningen korrigeras för temperaturen och ger via en kalibreringskurva fuktkvotsändringen i betongen i givarens omedelbara närhet.

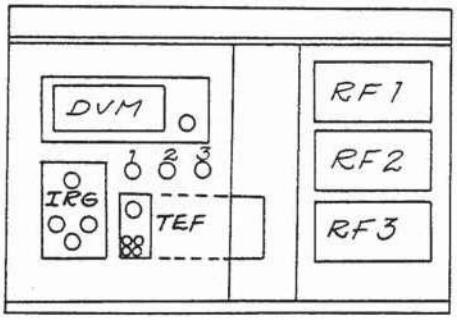
Kalibreringskurvor för varje enskild resistansgivare har inte upprättats då detta skulle vara ett alltför omfattande arbete. Istället har kalibreringskurvor enligt Sandin (1974) använts och en framräknad punkt fått vara vägledande vid valet av kalibreringskurva. Härvid har fuktkvoten vid membranhärdning till en hydratationsgrad av ca 80% för respektive betongkvalitet beräknats till 6.3% för objekt 1-5 och 7-12 samt 5.8% för objekt 13-15. Dessa fuktkvoter har sedan antagits motsvara de mätvärden som erhållits under vintern då någon nämnvärd uttorkning ej hunnit ske.

Resultat erhållna på detta vis är naturligtvis mycket approximativa, men visar likväl större skillnader mellan de olika mätobjekten.

Termoelementen kopplades till en termoelementförstärkare vars utspänning direkt ger temperaturen i ^{o}C.

Samtliga instrument och 3 st RF-givare hade för fältmätningarna byggts in i en speciell mätväska med utseende enligt fig 3.10.





IRG Instrument för resistansgivare
DVM Digitalvoltmeter
TEF Termoelementförstärkare
RF 1,2,3 RF-givare

Fig 3.10 Mätutrustning inbyggd i mätväska

Avläsning av resistansgivare och termoelement innebar knappast några problem och mätresultatet erhölls tämligen omgående.

Under mätningarnas gång framkom det att RF-givarna var väldigt känsliga för föroreningar, speciellt då de ingjutna rören var vattenfyllda, vilket inträffade vid några tillfällen strax efter gjutning. Då detta ibland inte observerades då givarna placerades i några mäthål, gick de sönder och mätcellen fick bytas ut och givaren kalibreras om. Detta orsakade ett avsevärt avbräck i mätprogrammet.

Givarna byggdes så småningom om genom att skyddet kring mätcellen som försetts med perforering ersattes med ett sintrat bronsfilter med mycket liten porstorlek. Härigenom förlängdes visserligen erforderlig mättid något, men mätcellen blev bättre skyddad mot föroreningar i luften och givaren kunde t o m doppas i vatten utan att ta skada.

Även digitalvoltmetern och mätinstrumentet till resistansgivarna visade sig tyvärr inte ha den driftsäkerhet som varit önskvärd utan fick undergå vissa reparationer.

Bortsett från dessa problem har mätarbetet förflutit enligt planerna. Resultatet och kommentarer till mätresultatet redovisas i följande avsnitt.

3.3 Mätresultat

Samtliga mätresultat redovisas för respektive mätobjekt i bilaga 2 i tabellform.

Det framgår att en del mätserier är långt ifrån kompletta bl a pga de missöden som tidigare omtalats. En del enskilda mätvärden är uppenbarligen behäftade med grova fel och har satts inom parentes i redovisningen.

Delar av vissa mätserier visar resultat som förefaller vara orimligt låga eller höga, vartill ingen exakt förklaring har hittats. Missöden i form av vattenfyllda rör och avsparkade gummikorkar kan vara orsaker, men också för kort mättid i de punkter där mätningen försiggår i material med liten fuktkapacitet, t ex grus, sand, mineralull och cellplast. Den störning som uppkommer då RF-givaren placeras i mätröret försvinner långsamt i sådana material och längre mättid erfordras därför. Värdena som erhållits från mätning i dräneringslagren får därför betraktas med en viss skepsis på grund av den korta mättiden.

På följande sidor åskådliggöres i figurform en del av mätresultaten från de objekt där längre mätserier erhållits. Objekt 6, 8 och 11 har utelämnats av denna anledning. Objekt 11 har dessutom gett en del mätvärden som är orimligt låga. Detta medför att det enda objektet med hög betongkvalitet, K400, utelämnas, liksom de enda två objekten där byggtorktester gjorts med kondensationsaggregat.

Nedan göres en genomgång av figurerna 3.11 - 3.23 med en kommentar till det som lätt kan utläsas ur mätresultaten. I nästa avsnitt göres en noggrannare analys av mätvärdena.

De objekt som diskuteras nedan, innehåller bl a variablerna

- värmeisolering
- undergrund
- pålad grund

plattjocklek

torkaggregat

torktid

ev. övergolv

Inverkan av värmeisolering, plattjocklek och torktid diskuteras noggrannt i nästa avsnitt. Övriga kommenteras nedan, liksom inverkan av värmeisolering i viss mån.

3.3.1 Värmeisolering

Objekt 1-15 har underliggande värmeisolering av cellplast (1 & 4), mineralull (2, 3, 5, 7, 9, 10, 12) och ytstabiliserad lättklinker (13-15) varav ett har ventilerad lättklinkerisolering (14). Typen av värmeisolering har gett mycket klara olikheter i fukt- och temperaturförhållanden mellan de olika objekten.

Underliggande värmeisolering av cellplast har gett en relativt stor temperaturskillnad mellan betongplatta och dräneringslager, inte bara under byggnadstiden och strax efter inflyttning, utan också på hösten ungefär ett halvår efter inflyttning, jfr fig 3.11 och 3.14.

Fukttillståndet i plattmitt och plattans underkant följs åt relativt väl med ett något lägre fukttillstånd i plattans underkant. Detta ger klart besked om att uttorkningen nedåt är mycket begränsad. Ett halvår efter mattläggning är fukttillståndet utjämnat i plattan på en nivå som är klart lägre än vid mattläggningstillfället. Den huvudsakliga delen av denna uttorkning har skett nedåt då plastmattan är tätare än cellplasten.

De omotiverat låga fuktigheterna i mitten av april i objekt 4, fig 3.14, kan bero på mätfel eller något missöde med gummikorkstätningen. Dessa låga värden har inte beaktats i fortsättningen.

Mineralull som underliggande värmeisolering har omedelbart efter uppvärmning skapat en mycket stor temperaturskillnad

mellan platta och mark. Temperaturskillnaden är fortfarande på hösten mycket stor men har minskat något. I ett fall, fig 3.13, kan temperaturgradienten ha bytt riktning, men mätvärdena är här ofullständiga.

Omedelbart efter uppvärmning sjunker fuktigheten i plattans underkant mycket kraftigt, för att sedan successivt stiga. Fuktigheten i plattmitt sjunker betydligt långsammare. Detta indikerar en kraftig uttorkning nedåt genom mineralullen; speciellt kraftigt strax efter uppvärmningsstart.

I samtliga objekt utom ett, se nedan, stiger fuktigheten i plattans underkant framåt hösten till en nivå som är lika hög eller högre än fuktigheten i plattmitt. Samtidigt sker en minskning av temperaturfallet över värmeisoleringen. Detta innebär att uttorkningen nedåt innan sommaren varit så kraftig att plattans underkant tillföres någon fukt underifrån på sommaren och hösten.

I ett fall, jfr fig 3.13, där temperaturgradienten t o m har ändrat riktning, sker en uppfuktning av plattans underkant till nästan 90% RF.

Objekten med lättklinker som underliggande värmeisolering skiljer sig från övriga objekt på ett par punkter vad gäller förutsättningarna. Dessa objekt har en betydligt längre tid mellan stomresning och mattläggning, dvs längre torktid. Mätpunkternas placering är helt olika de övriga objekten, där de huvudsakliga mätvärdena erhållits från punkter relativt nära ytterväg, medan i lättklinkerobjekten är mätpunkterna relativt nära plattans centrum. Temperaturförhållandena är naturligtvis mycket olika mellan dessa båda punkter, varför en direkt jämförelse mellan objekten med lättklinker och övriga måste göras med stor försiktighet.

Det mest iögonfallande med resultaten i fig 3.20 - 3.22 är två saker, nämligen dels att relativa fuktigheten hela tiden är högre i plattans underkant än i dess mitt och dels att

Temperaturfallet över betongplattan verkar vara minst lika stort som över värmeisoleringen, lättklinkern.

En möjlig förklaring till detta beteende hos lättklinkergrunderna som här studerats, kan vara att lättklinkerisoleringen inte hunnit torka i hela sin tjocklek under mätperioden, vilket styrks av att uppmätt temperaturfall över lättklinkerlagret är mycket litet ända från början, dvs även direkt efter uppvärmning av byggnaden.
Den ventilerade lättklinkerisoleringen verkar i detta avseende bete sig på ungefär samma sätt.

Mätpunkterna är vid mattläggningstillfället och därefter placerade under garderober, vilket naturligtvis också påverkar temperaturförhållandena något. Dessutom har därför inte någon "mattläggning" ägt rum ovanför mätpunkterna utan ytan har strukits med en fuktspärr. Denna har inte större täthet än att betongplattan kan fortsätta att torka ut uppåt. Detta är troligtvis den största orsaken till att plattans mitt är torrare än dess underkant.

Bara de lättklinkerisolerade plattorna samt objekt 5 med mineralullsisolering har morän som undergrund. Det senare är därför det enda objekt, som har bara undergrunden som huvudsakliga avvikelse från några andra objekt.

Mätresultaten från objekt 5, jfr fig 3.15, avviker från övriga, med mineralullsisolering på undergrund av lera, mycket klart på två punkter. Temperaturfallet över värmeisoleringen är störst hos detta objekt. Troligtvis som en följd av bl a detta är relativa fuktigheten i plattans underkant på hösten klart lägre än i plattans mitt, vilket inte är fallet för något annat objekt med mineralullsisolering. En säker förklaring till detta har inte stått att finna.

Typen av undergrund behöver inte ha haft avgörande betydelse. Det aktuella objektet har t ex högst innetemperatur, vilket kan ha skapat det stora temperaturfallet över värmeisoleringen, vilket i sin tur gett en kraftigare uttorkning nedåt även under sommar och höst.

3.3.3 Pålad grund

Objekten 1-3 har pålad grund till skillnad från övriga. Någon större inverkan som skulle kunna hänföras till detta har emellertid inte kunnat upptäckas

3.3.4 Torkaggregat

Objekten 7 - 12 har också använts för att testa byggtorkningsmetoder. Av de som presenteras i figurform har varmluftsaggregat (aerotemper) använts i objekt 7 och 10 samt sorptionsaggregat i objekt 9 och 12, jfr fig 3.16 - 3.19.

Av mätresultatet kan inte direkt utläsas någon skillnad i uppnådd torkeffekt mellan de båda aggregattyperna. Tvärtom är relativa fuktigheten i plattmitt nästan identiskt lika strax efter mattläggning för plattorna med tjocklek 10 cm. RF är för dessa strax under 85%. Den tjockare plattan i objekt 9 har gett motsvarande RF ~90%.

3.3.5 Övergolv

Mätresultaten från objekt 16 med övergolv är i vissa fall behäftade med stora fel på grund av svårigheterna att mäta på de material som ingår i övergolvet, vilket omnämnts tidigare. Ur resultaten som presenteras i fig 3.23 kan emellertid några slutsatser dragas.

Betongplattan i det här aktuella objektet har, trots att den ligger på den kalla sidan av värmeisoleringen och är täckt med en plastfolie, kunnat torka något, ända ner till 90% RF. Att temperaturskillnaden över det kapillärbrytande skiktet skulle vara så stor att detta varit möjligt förefaller märkligt. Denna har emellertid inte uppmätts varför frågan måste lämnas obesvarad.

Plastfolien förefaller att ha "delat" golvkonstruktionen i två delar ur fuktsynpunkt. Under plastfolien påverkas materialen av markfukt och över av rumsluften och temperaturgradienten över värmeisoleringen.

Med plastfolien på plats verkar inte någon risk för mögelangrepp på bärande mellanväggssyllar föreligga. Mätpunkten ligger emellertid mer än tre meter från yttervägg och denna risk är störst nära yttervägg där temperaturen ovanpå plastfolien är lägst.

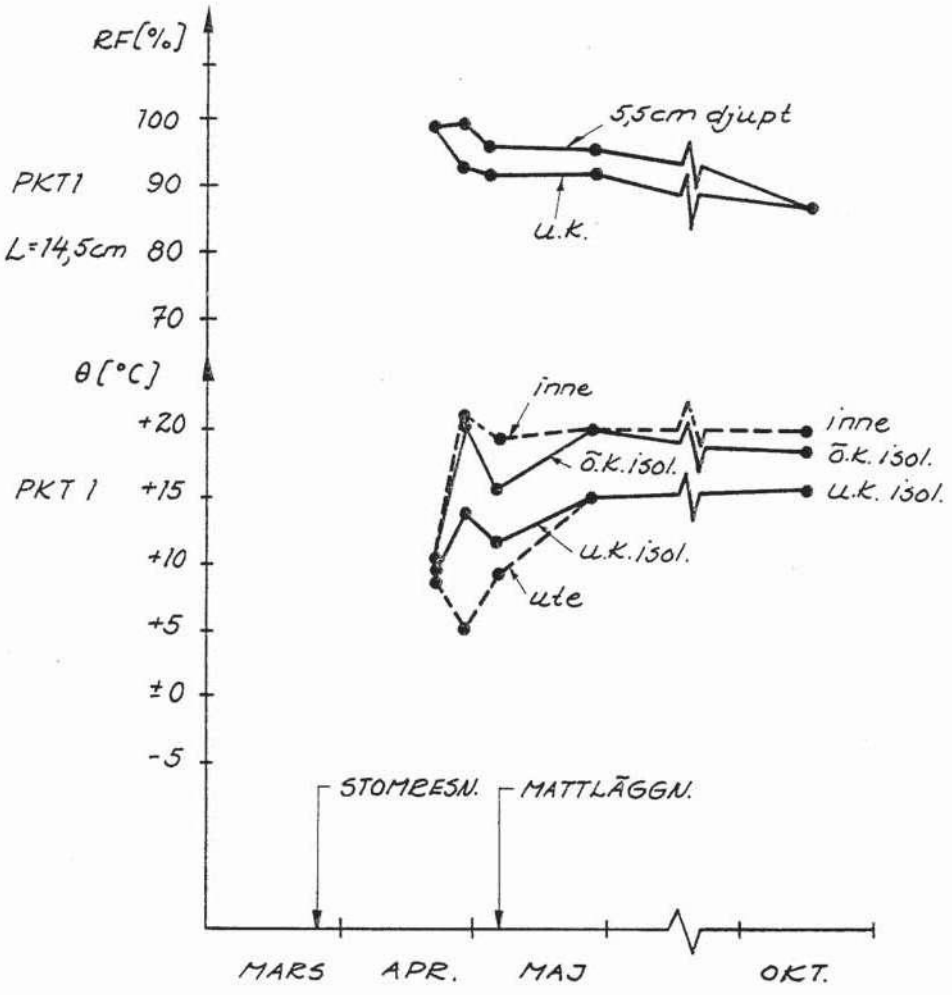


FIG. 3.11 Mätresultat från objekt 1: cellplastisolering, pålad grund. Nålfiltmatta.

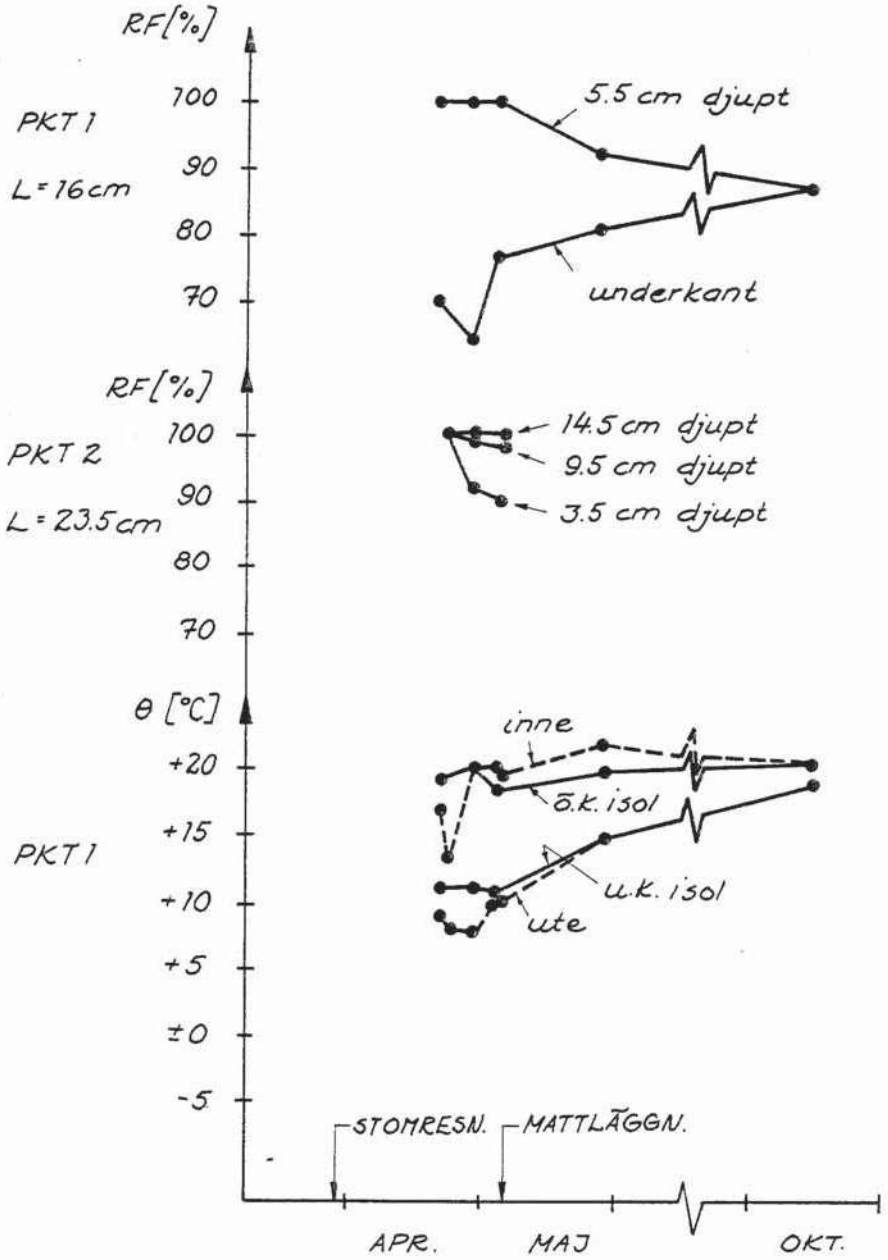


FIG. 3.12 Mätresultat från objekt 2: mineralullsisolering, pålad grund. Nålfiltmatta.

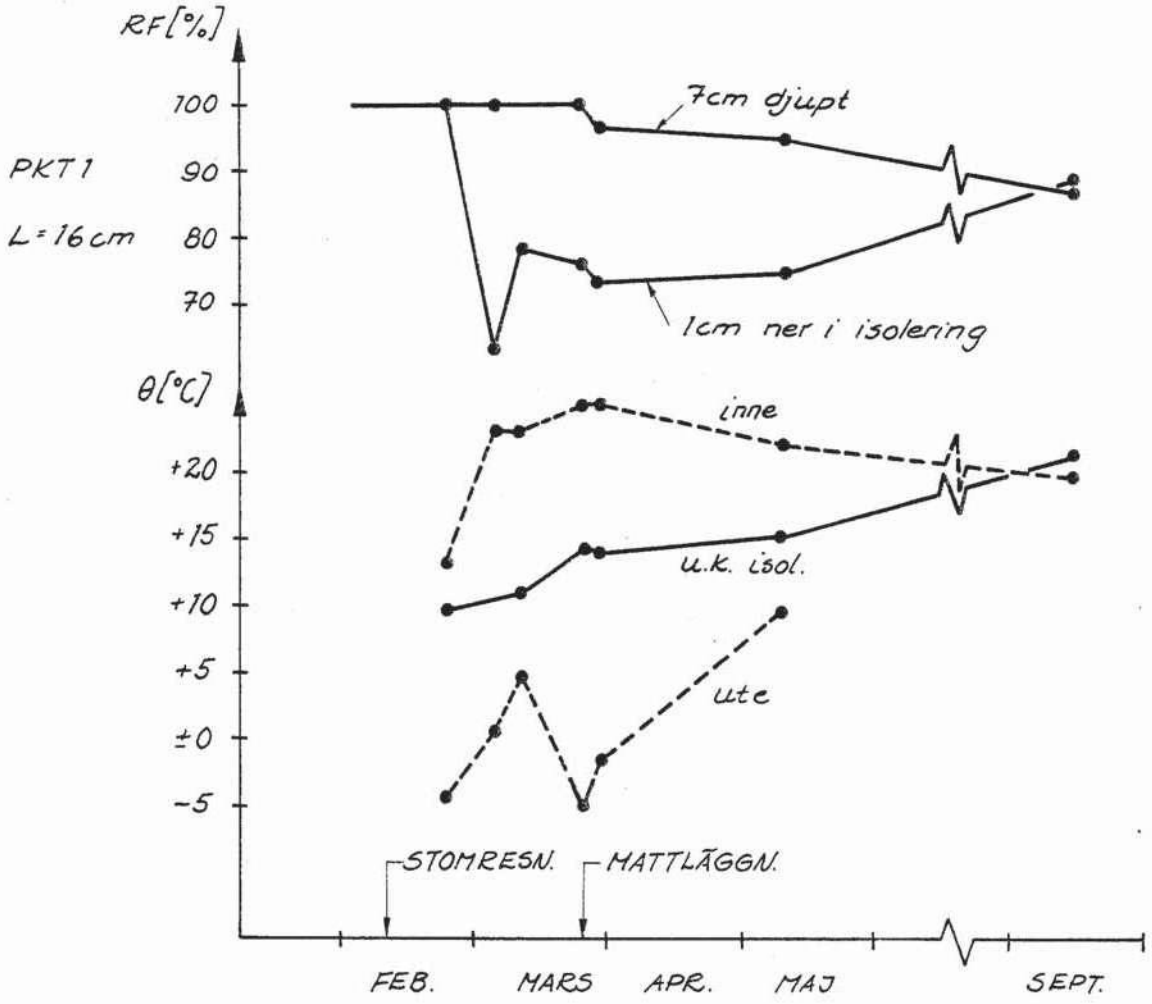


FIG. 3.13 Mätresultat från objekt 3: mineralullsisolering, pålad grund. Nålfiltmatta.

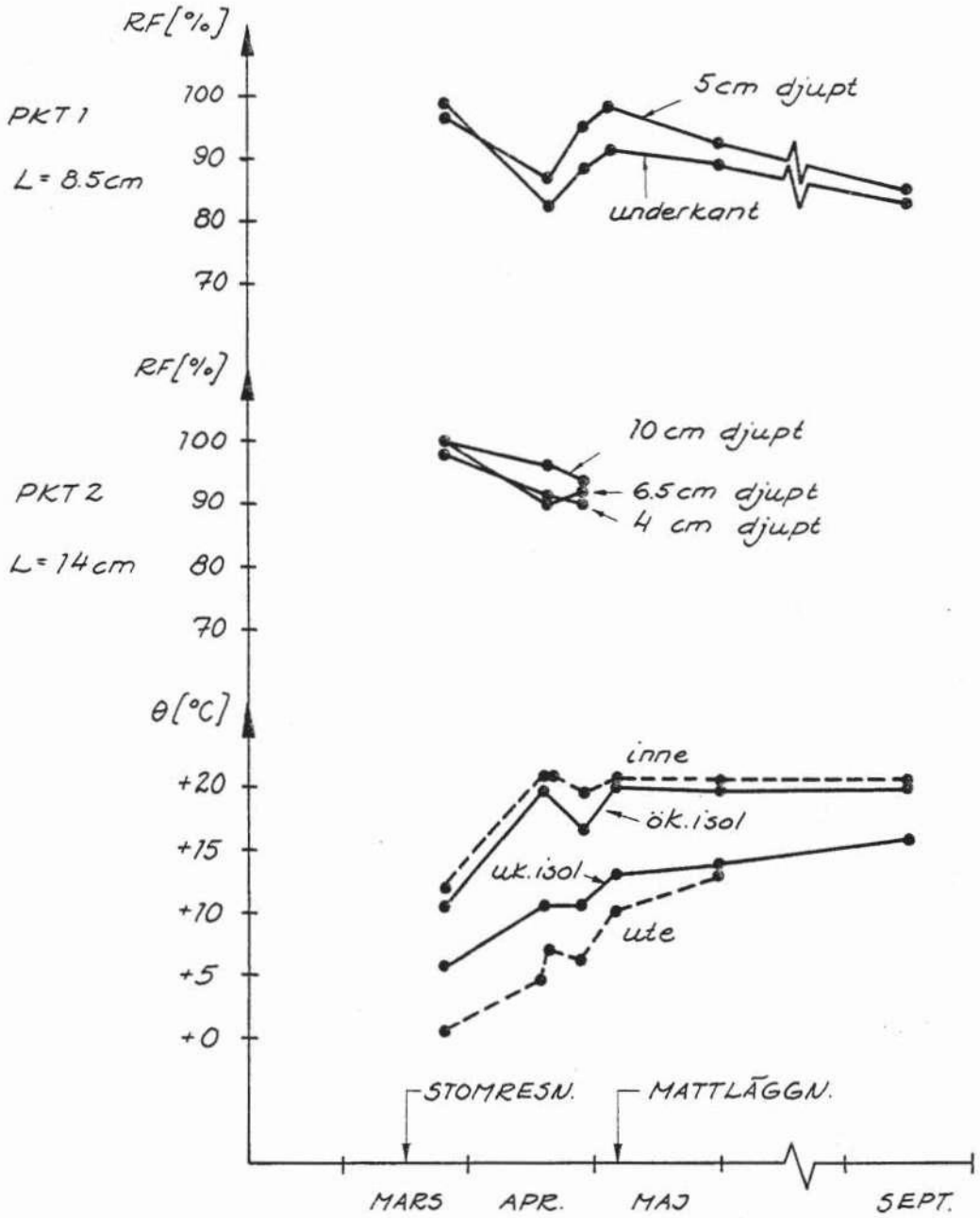


FIG. 3.14 Mätresultat objekt 4: cellplastisolering.

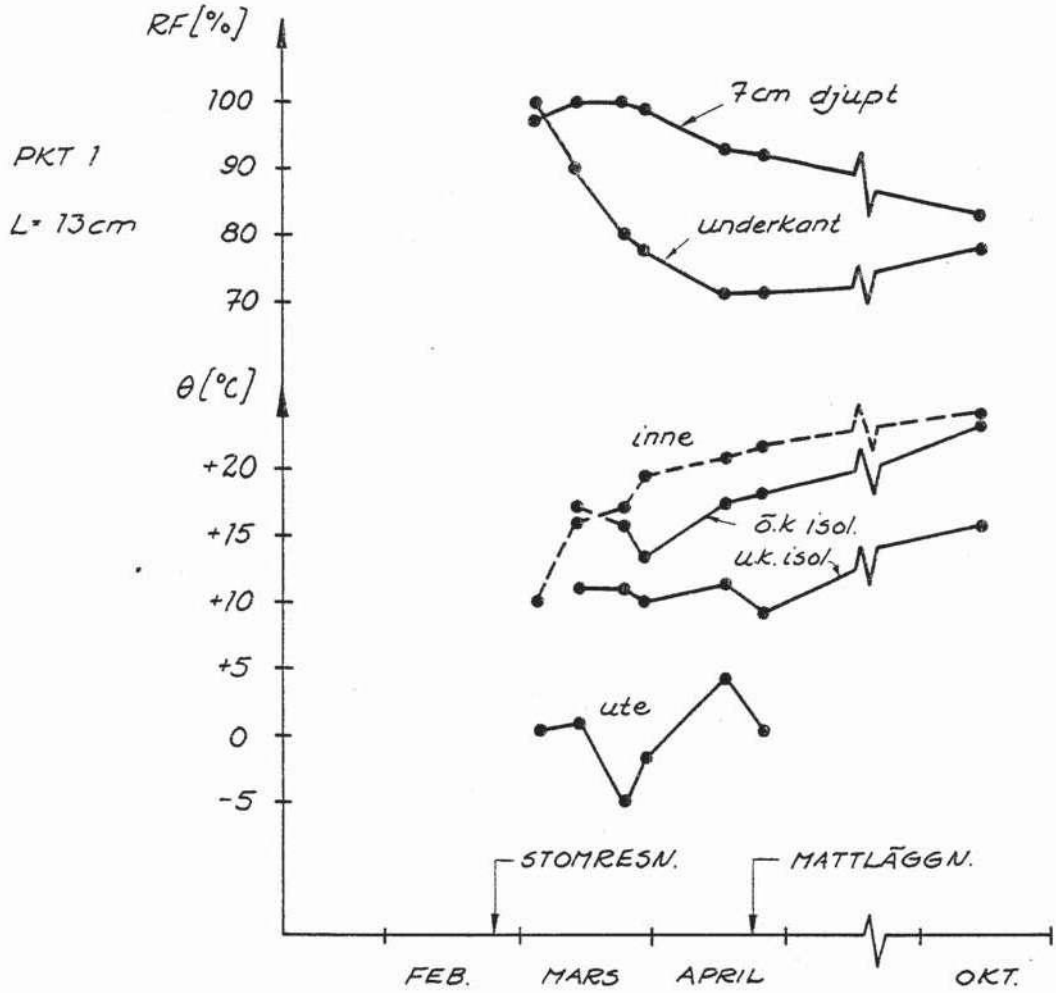


FIG. 3.15 Mätresultat objekt 5: mineralullsisolering på undergrund av morän. PVC-matta.

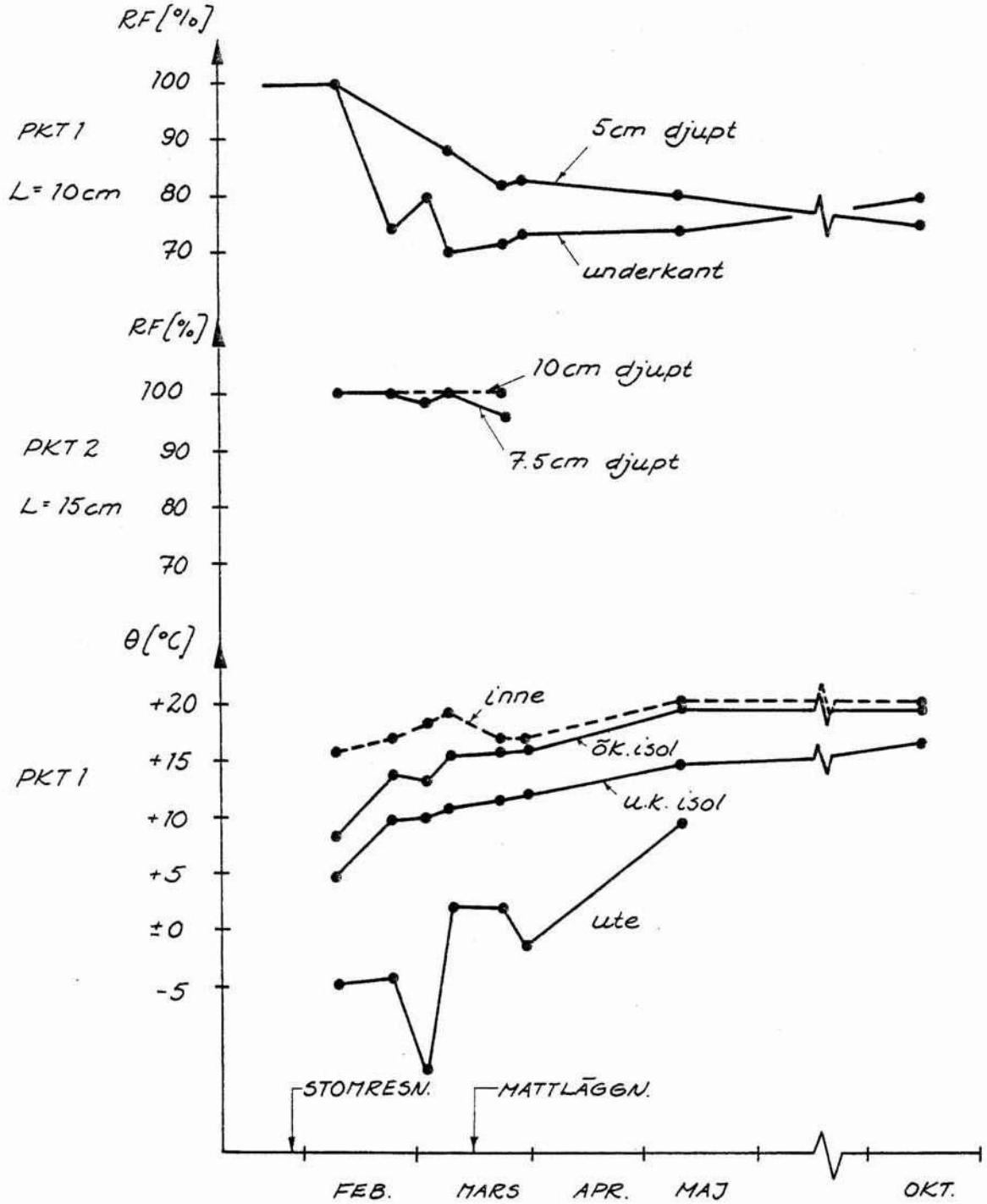


FIG. 3.16 Mätresultat objekt 7: mineralullsisolering; byggtorktest med varmluftsaggregat. Nålfiltmatta.

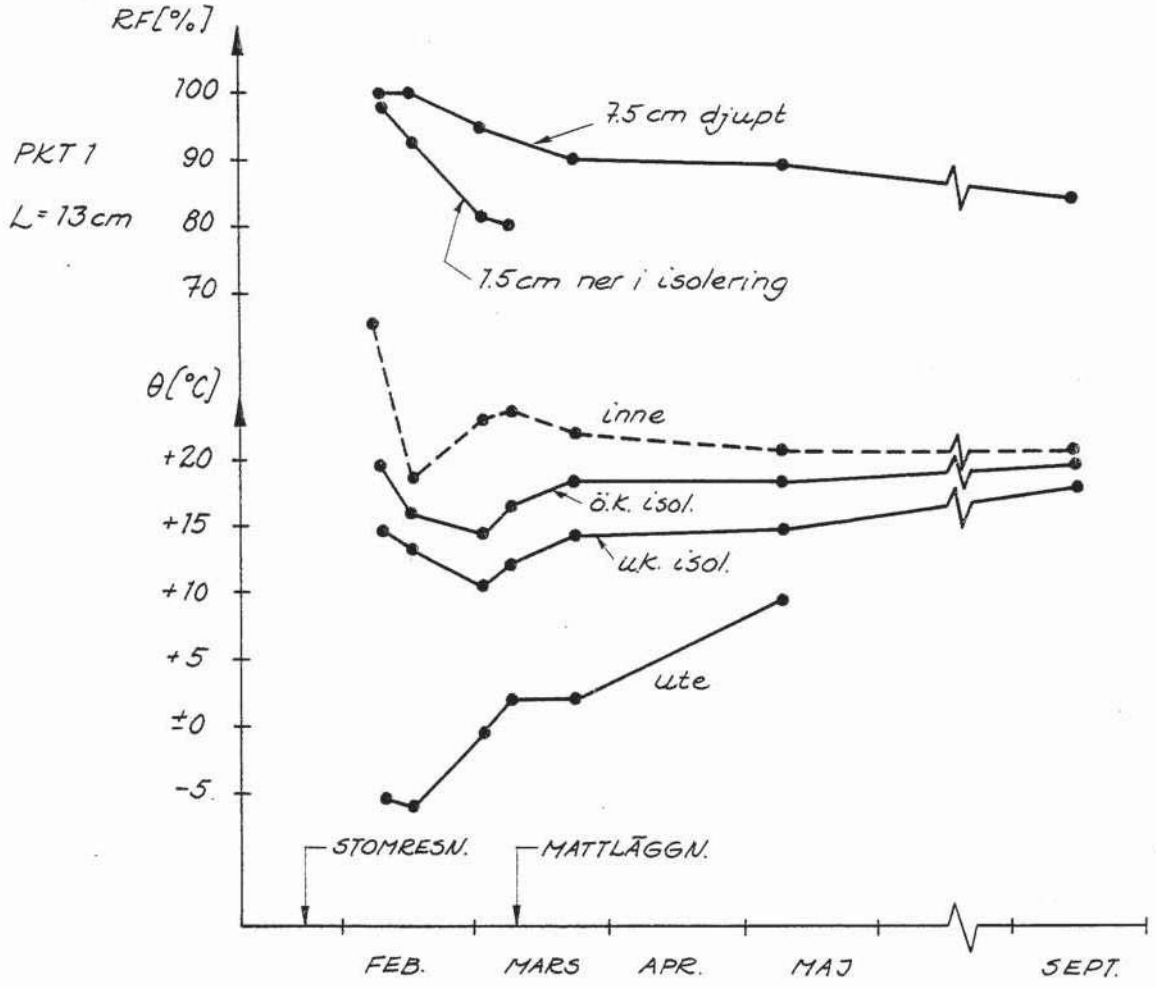


FIG. 3.17 Mätresultat objekt 9: mineralullsisolering; byggtorktest med sorptionsaggregat. PVC-matta.

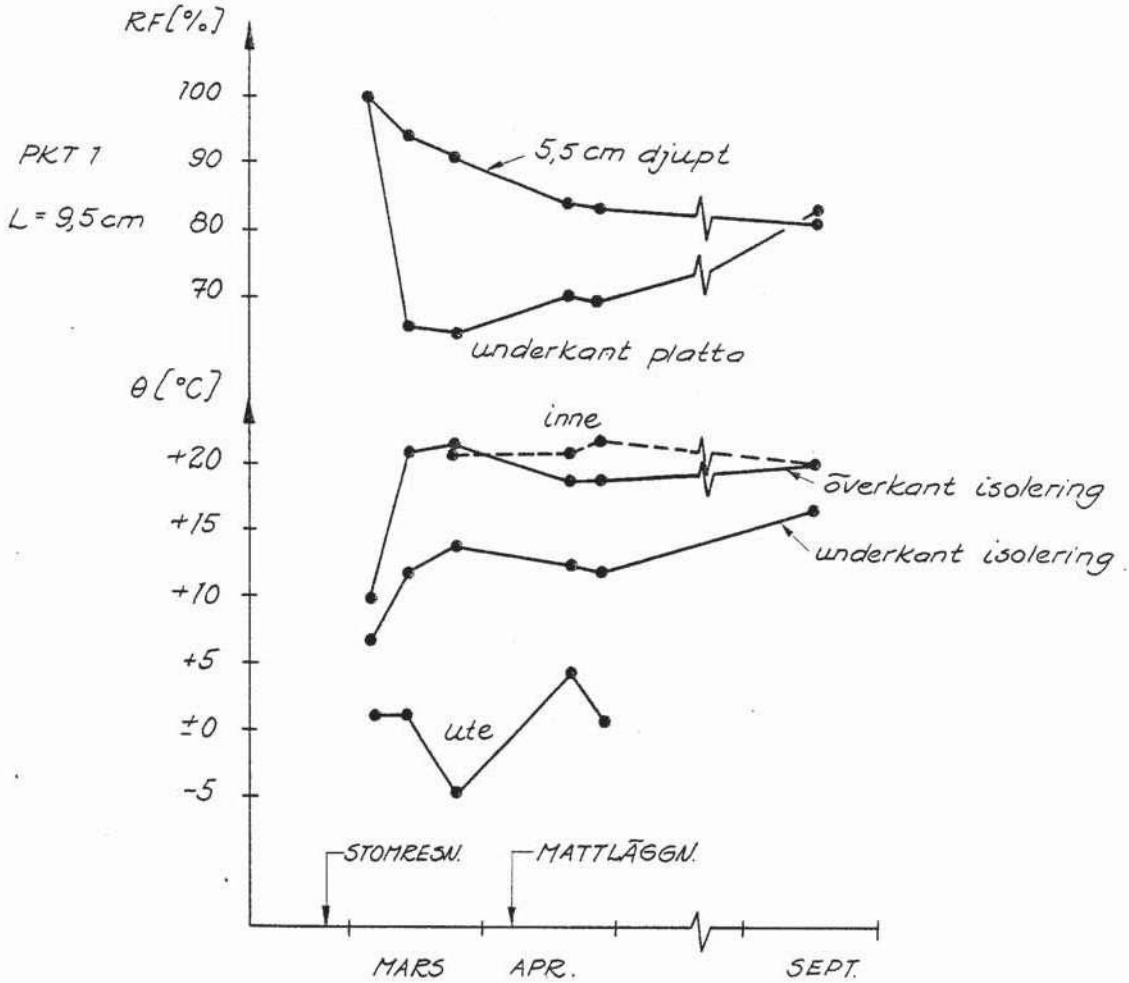


FIG. 3.18 Mätresultat objekt 10: mineralullsisolering; byggtorktest med varmluftsaggregat. PVC-matta.

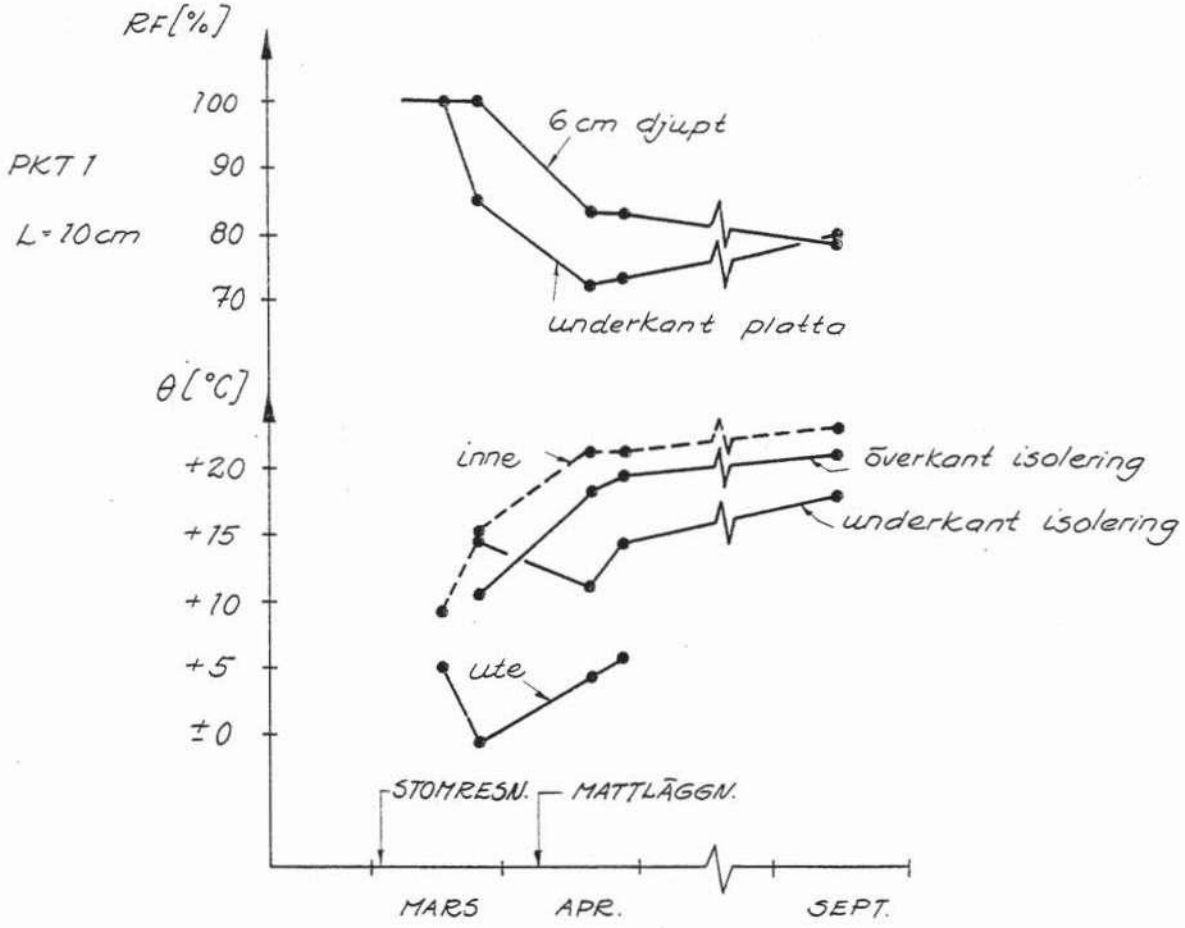


FIG. 3.19 Mätresultat objekt 12: mineralullsisolering; byggtorktest med sorptionsaggregat. PVC-matta.

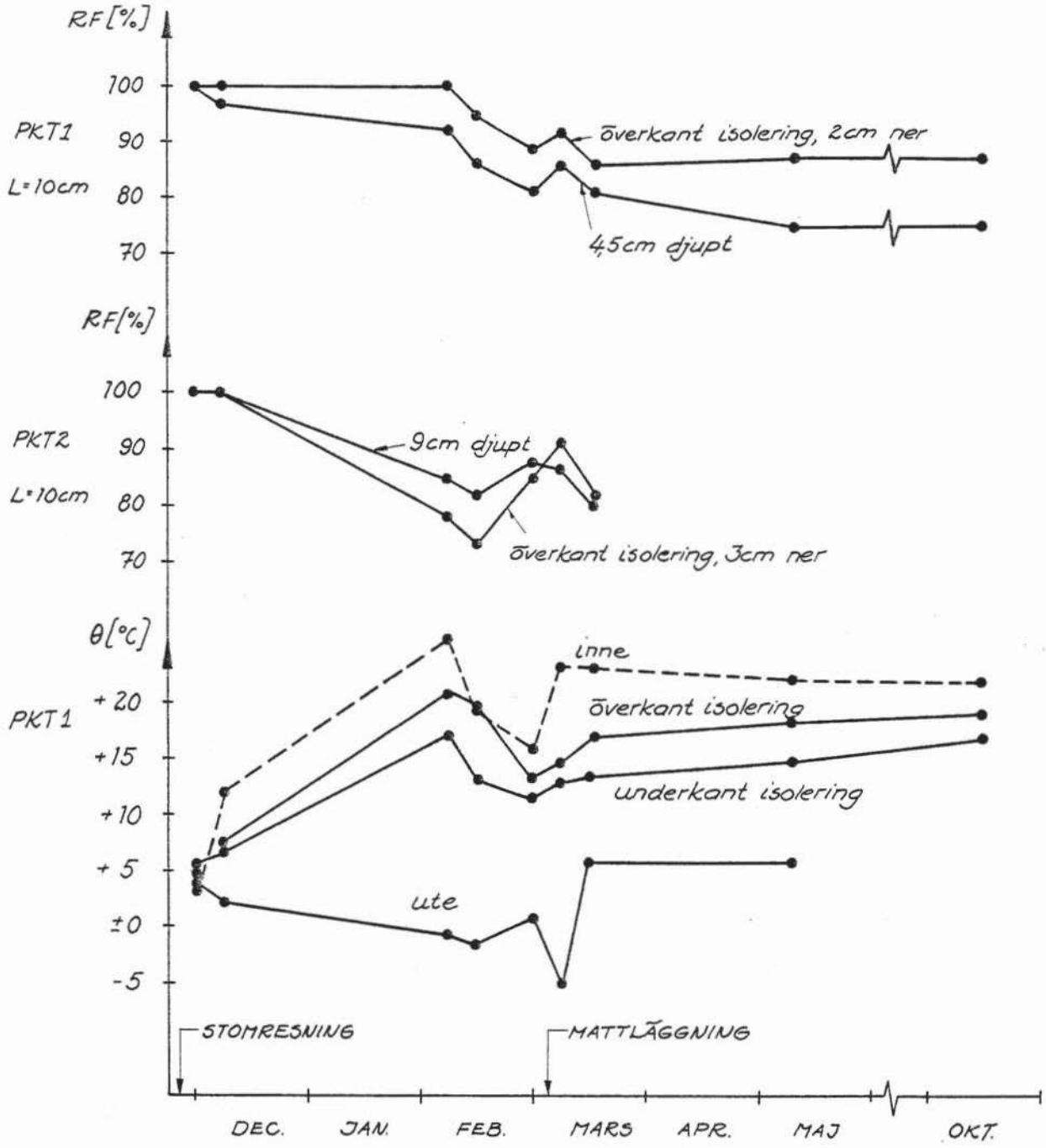


FIG. 3.20 Mätresultat objekt 13: lättklinkerisolering; betong K300. Fuktspärrad betongyta i garderob. Nålfiltmatta i hall. Parkettgolv i intilliggande rum.

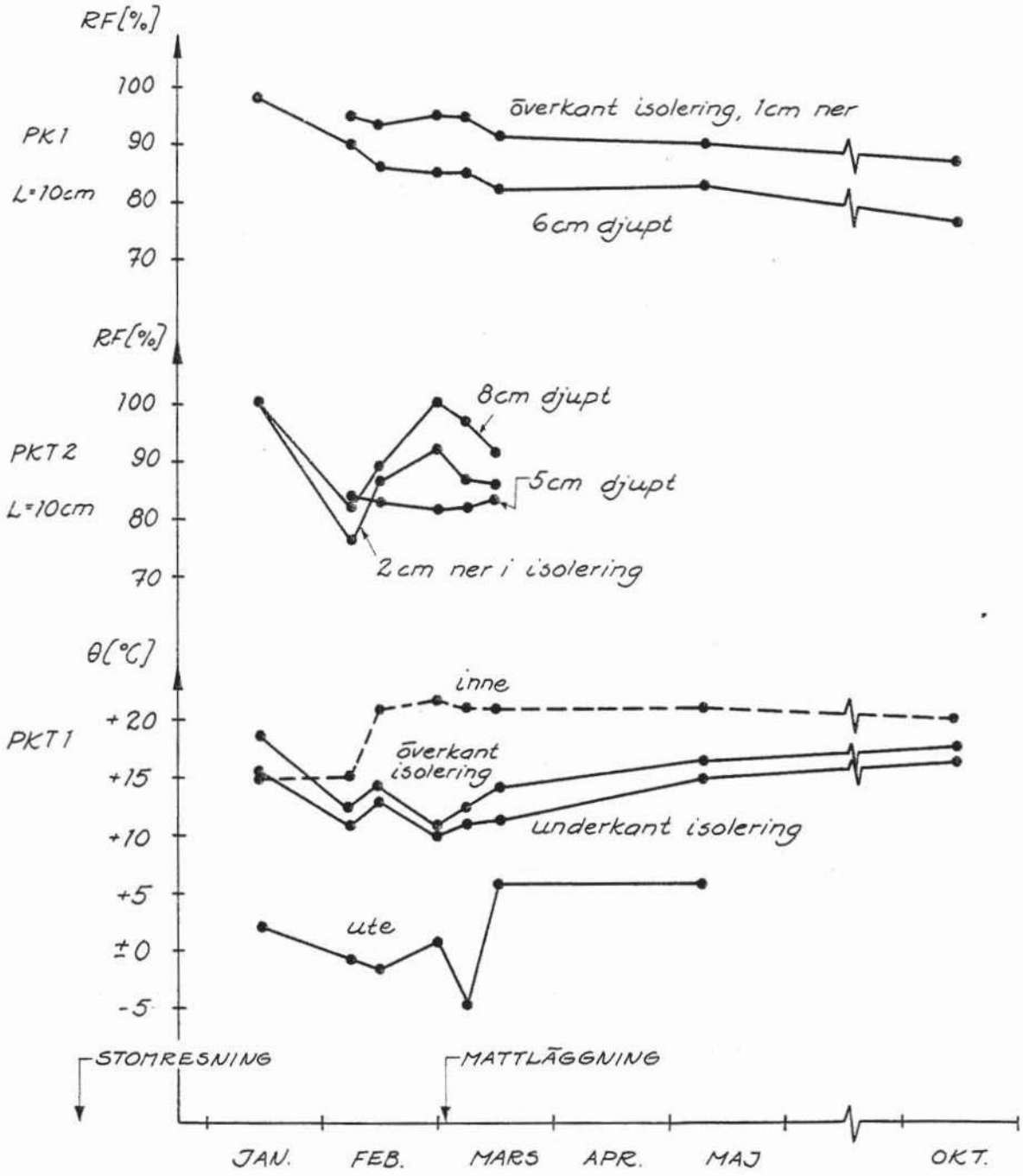


FIG. 3.21 Mätresultat objekt 14: ventilerad lättklinkerisolering; betong K300. Fuktspärrad betongyta i garderob. PVC-matta i hall. Parkettgolv i intilliggande rum.

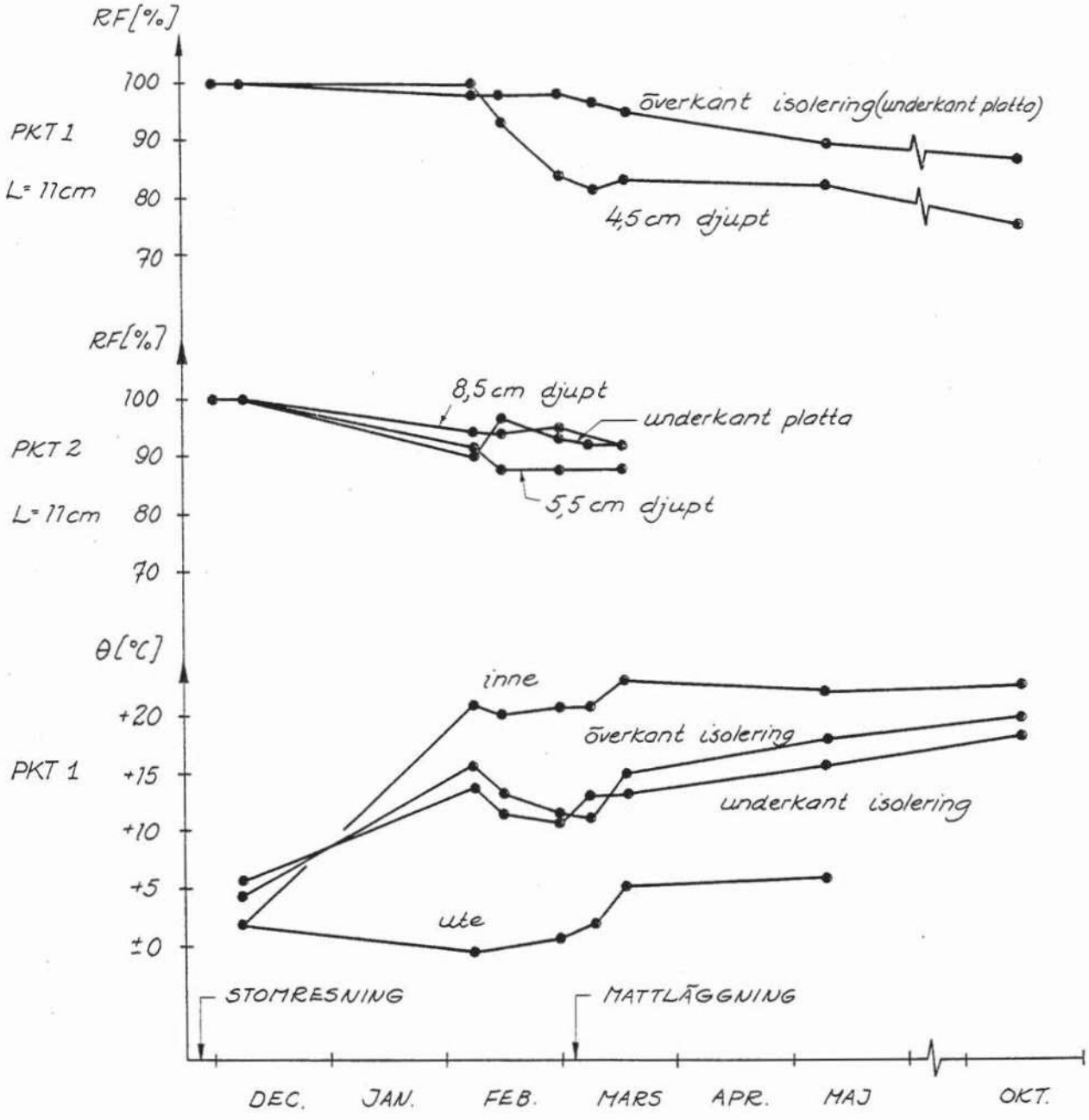


FIG. 3.22 Mätresultat objekt 15: lättklinkerisolering; betong K300. Fuktspärrad betongyta i garderob. Nålfiltmatta i hall. Parkettgolv i intilliggande rum.

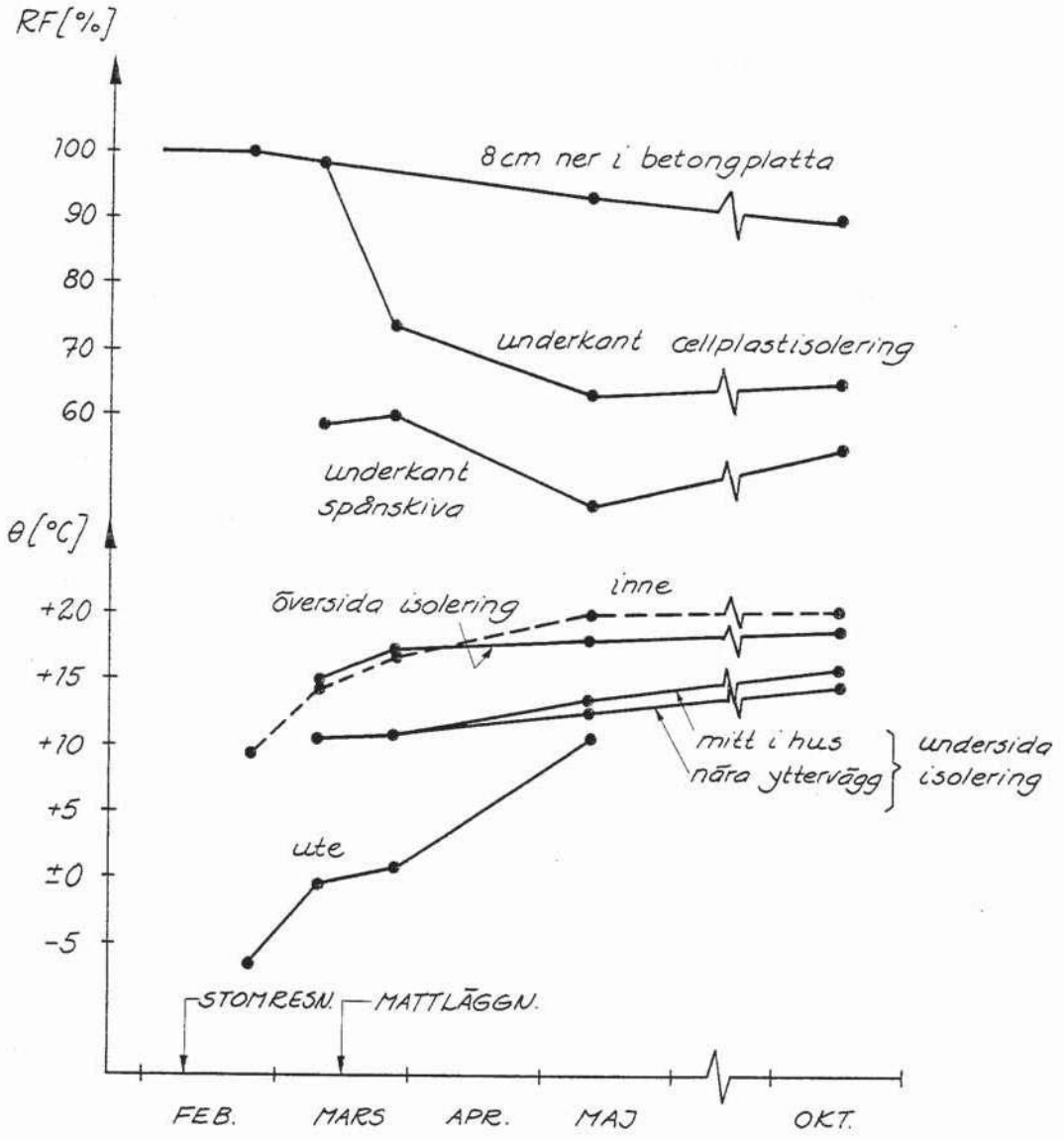


FIG. 3.23 Mätresultat objekt 16: cellplastisolerat spånskivegolv på PE-folie, sand och betong.

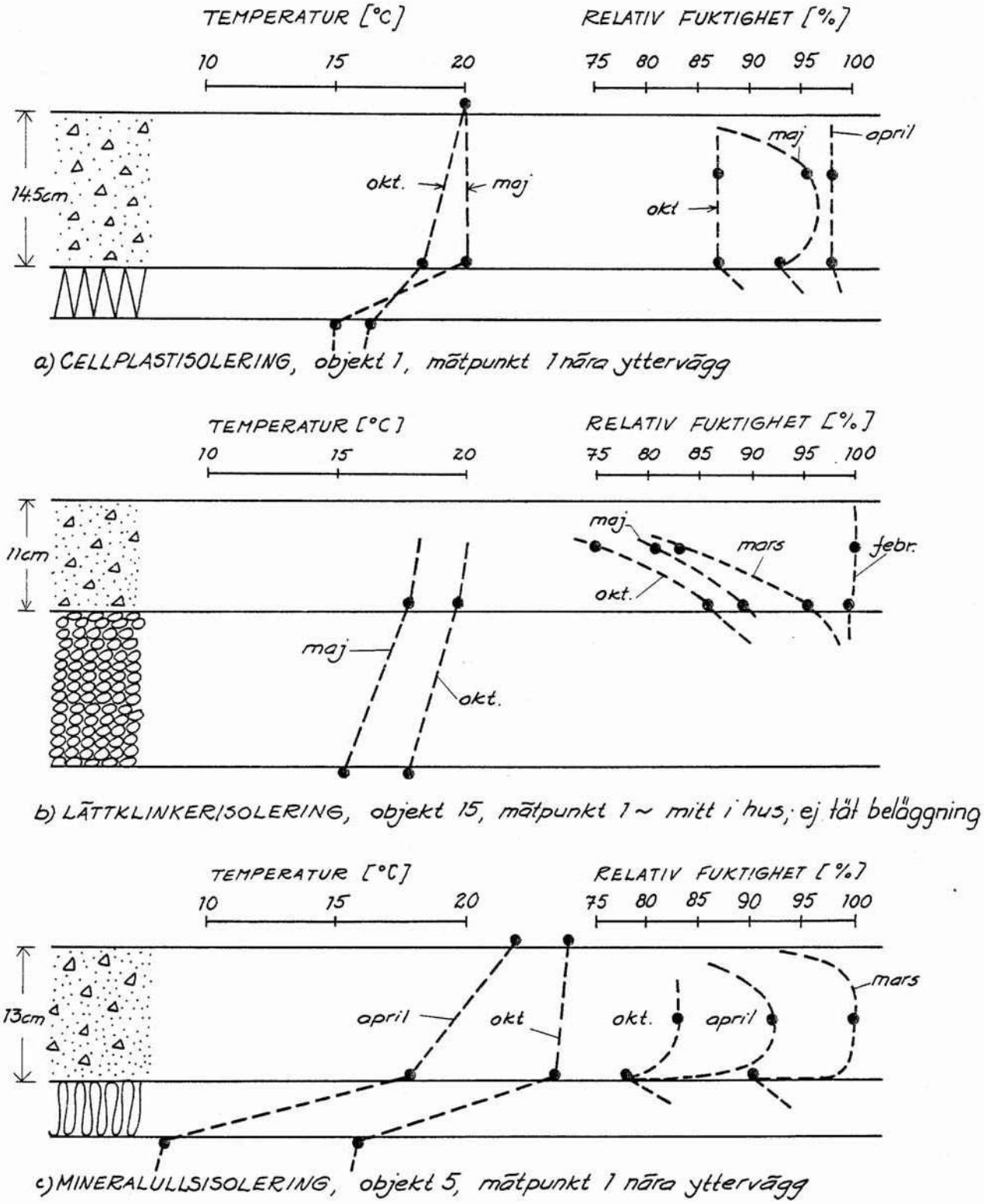


FIG. 3.24 Exempel på fuktfördelning vid olika typ av värmeisolering. Punkter anger mätvärden; streckad linje ungefärliga värden däremellan.

3.4 Resultatanalys

De faktorer som visat sig ha störst betydelse för uttorkningsförloppet är typ av värmeisolering, plattjocklek och torktid före mattläggning. Dessa faktorers inverkan analyseras mera i detalj nedan.

3.4.1 Inverkan av värmeisolering

Värmeisoleringens egenskaper bestämmer i princip storleken av den uttorkning som sker nedåt. Värmeledningsförmågan bestämmer temperaturfallet över värmeisoleringen, vilket påverkar vilken ånghaltsskillnad som uppkommer mellan betongplattan och marken. Ånggenomsläppligheten avgör i vilken takt denna ånghaltsskillnad kan utjämnas.

I fig 3.24 ges exempel på temperatur- och fuktfördelning vid olika värmeisoleringstyper. Den cellplastisolerade plattan har en viss uttorkning nedåt. Med mineralull som underliggande värmeisolering fås en mycket kraftig uttorkning nedåt. Figuren är något oklar för den lättklinkerisolerade plattan men en approximativ beräkning av ånghalterna indikerar en uttorkning nedåt under februari till maj och en liten fukttillförsel underifrån på hösten.

Sambandet mellan temperaturfallet över värmeisoleringen och uttorkningen nedåt åskådliggöres i fig 3.25 där relativa fuktigheten i plattans underkant (RF_{uk}) ges som funktion av temperaturfallet.

Vid fuktjämvikt mellan plattans underkant och marken, gäller teoretiskt

$$c_{uk} \cong c_{mark}$$

och

$$RF_{uk} = \frac{c_m(\theta_{mark})}{c_m(\theta_{uk})} RF_{mark}$$

där $c_m(\theta)$ är mättnadsånghalten vid temperaturen θ.

Det senare sambandet har lagts in i fig 3.25 för RF_{mark} = 95% resp 100% som jämförelse med mätvärdena. Som framgår är överensstämmelsen relativt god för de flesta objekten med mineralullsisolering. Att det inte är fuktjämvikt för objekten med cellplastisolering framgår klart liksom för objekten med lättklinkerisolering i början av torkförloppet.

Resultatet i fig 3.25 styrker det rimliga i att förutsätta att relativa fuktigheten i marken är 100% då en konstruktion med platta på mark dimensioneras för skydd mot markfukt.

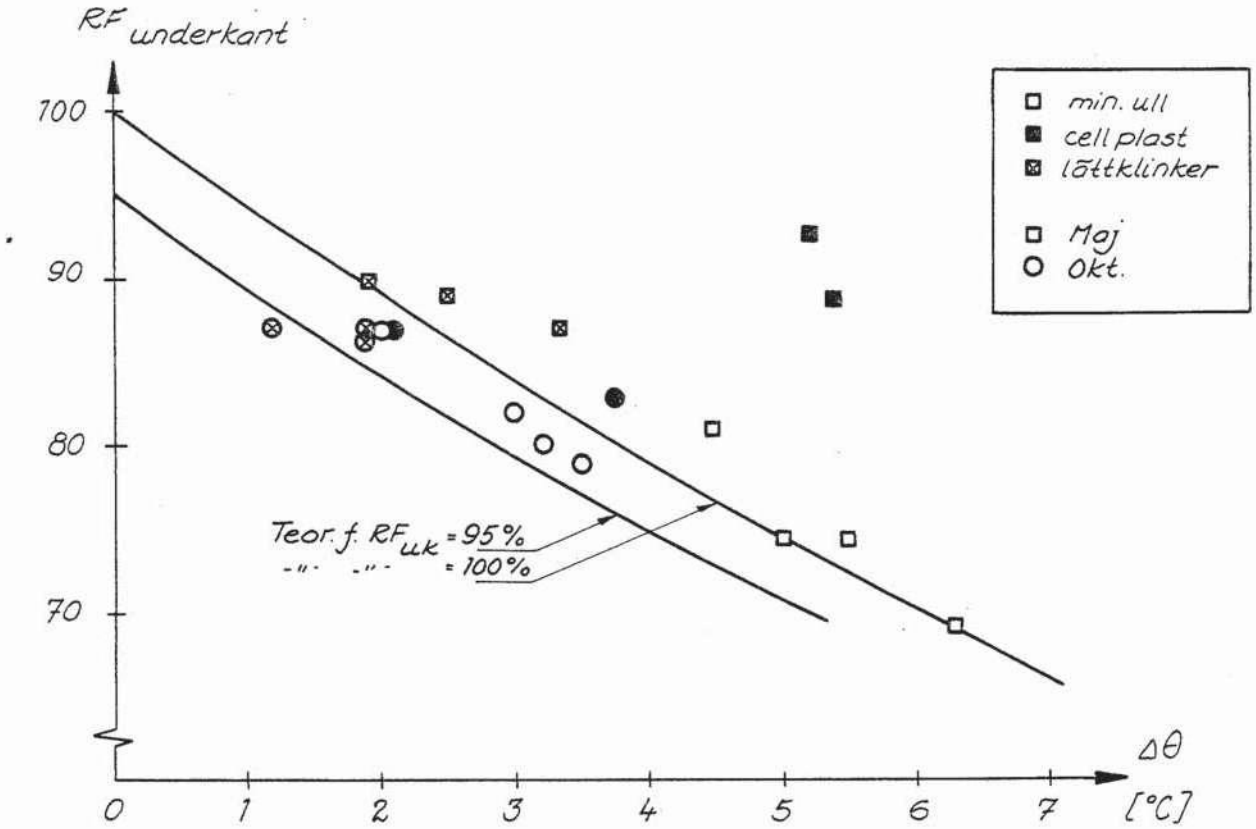


FIG. 3.25 Uttorkningen nedåt och dess beroende av temperaturfallet över värmeisoleringen för olika isoleringstyper. Obs! mätpunkter för lättklinker mitt i hus!

3.4.2 Inverkan av plattjocklek

Den faktor som visat sig ha störst inverkan på uttorkningen av betongplattan är plattans tjocklek.

Om fuktigheten i plattans mitt tas som ett mått på uttorkningen ges inverkan av plattjockleken på uttorkningen fram till mattläggning av figur 3.26.

Plattor tjockare än 15 cm har inte fått någon nämnvärd uttorkning på 35-55 dygn. RF i mitten är fortfarande 98-100%.

Effekten av plattjockleken kvarstår i viss mån även fram emot hösten vilket framgår av fig 3.27. Plattor med tjocklek mindre än 12 cm har kommit i jämvikt med marken och tjockare plattor är på god väg. Även 16 cm tjocka plattor har torkat något nedåt.

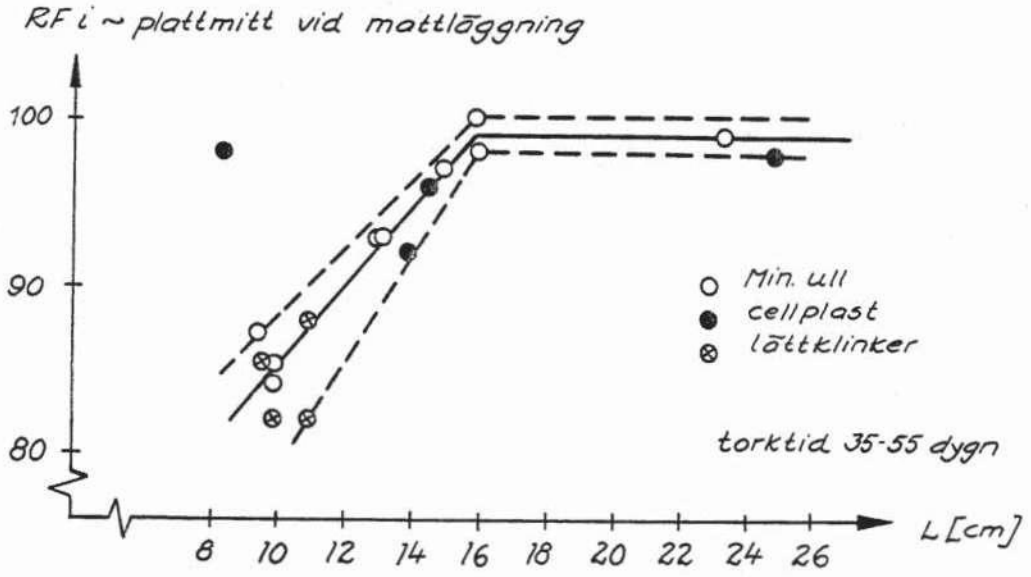


FIG. 3.26 Plattjocklekens inverkan på uttorkningen.

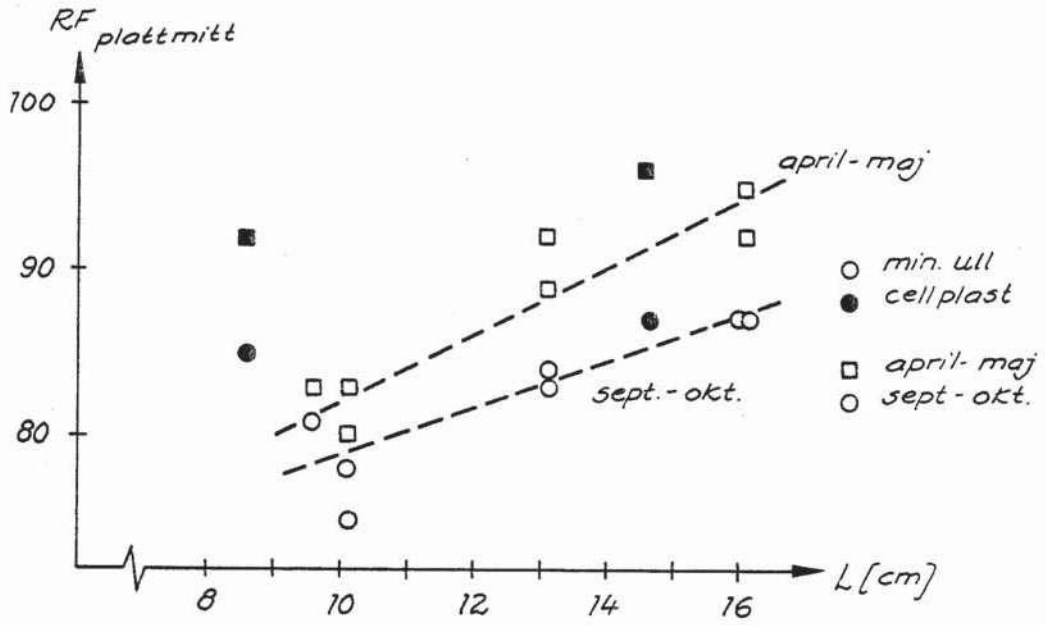


FIG. 3.27 Plattjocklekens inverkan på uttorkningen efter mattläggning.

Hela den sänkning av RF som har skett mellan mattläggning, fig 3.26, och mätningen på hösten, fig 3.27, är inte uttorkning. Det som anges i figuren är RF i plattmitt, som på grund av omfördelning av fukt därifrån till plattans översida efter mattläggning kan sjunka relativt mycket även om ingen uttorkning sker.

3.4.3 Inverkan av torktid

I föregående avsnitt diskuterades inverkan av plattjocklek på uttorkningen. I fig 3.26 redovisades värden som erhållits efter torktider varierande från 35 till 55 dygn.

Om hänsyn tages till både torktid och plattjocklek med den vanligen använda "torkparametern"

$$\frac{t}{L^2} = \frac{\text{torktid}}{(\text{plattjocklek})^2} \qquad (\text{dygn/cm}^2)$$

fås resultatet som visas i fig 3.28.

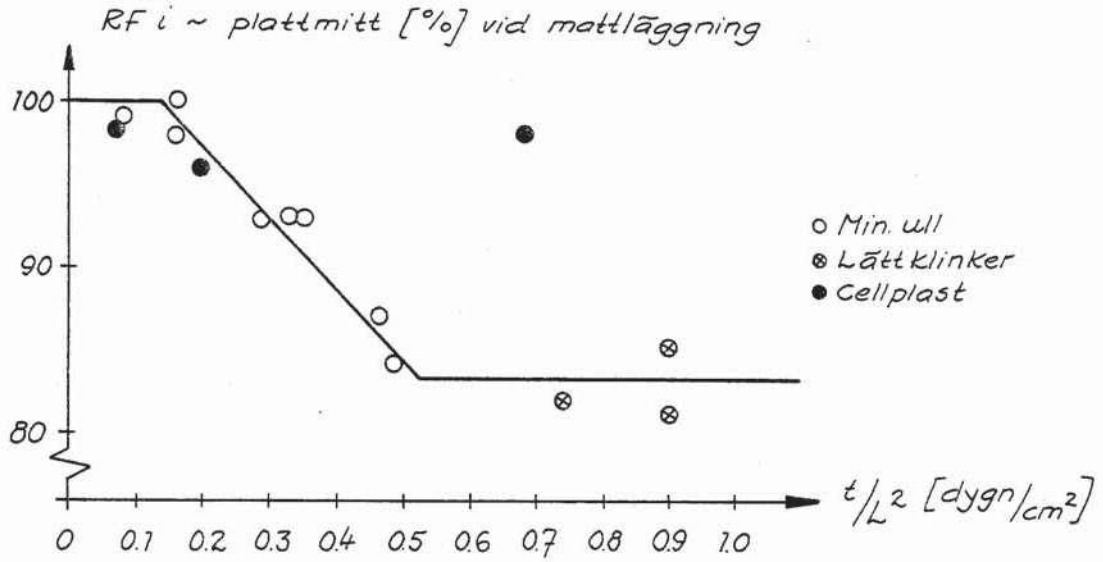


FIG. 3.28 Uttorkning som funktion av parametern t/L^2.

Avvikelsen från den heldragna linjen är, om man bortser från plattor med cellplastisolering, som störst ±2-3 % RF, vilket är betydligt mindre än i fig 3.26, där hänsyn bara tagits till platttjocklek.

En jämförelse mellan här uppmätta torkförlopp och de av Nilsson (1977) föreslagna erforderliga torktiderna är svår att göra. Överensstämmelsen är i det närmaste perfekt om man jämför RF = 90% i fig 3.28 som kräver $t/\ell^2 \sim 0.4$ dygn/cm^2, dvs ~40 dygn för en 10 cm tjock platta att jämföras med 36--42 dygn som anges av Nilsson (1977). Det är emellertid en viss skillnad mellan RF i plattmitt och den RF som motsvarar medelfukthalten. De värden på RF som här uppmätts är från högst varierande djup och kan inte uteslutas vara systematiskt något för låga, pga den relativt korta mätttid som använts. En mera noggrann analys förefaller därför vara ointressant.

4 REFERENSER

Nilsson, L-O, 1977, Fuktproblem vid betonggolv. (LTH, avd byggnadsmateriallära) Lund. Rapport nr TVBM-3002

Nilsson, L-O, 1977, Enkäter om fuktskador och fuktmätning vid betonggolv i småhus. Golv till tak nr 4-5/77

Sandin, K, 1974, Fukt- och temperaturundersökning i Vadstena klosterkyrka. Rapport nr 50, inst f Byggnadsteknik, Tekniska Högskolan i Lund.

BYGGNADSMATERIALLÄRA

1976-04-20

ENKÄT BETRÄFFANDE SMÅHUS MED PLATTA PÅ MARK

(Återsändes till Byggnadsmateriallära, Lars-Olof Nilsson, Tekniska Högskolan i Lund, Fack, 220 07 Lund)(tel 046/124600/1754)

Namn .....Telefon .....

Anvisningar

1. För områden utan skador ifylls endast första delen av frågorna
2. Fyll i områdets namn (samla ev styckehusproduktion under område 7), ej nödvändigt.
3. Vet ej = Markera med x
4. Om inget av alternativen stämmer, markera med 0, och ge sedan förklaring på sida 3
5. Om det finns fler alternativ, notera det vanligaste och skriv resten på sida 3

	Område / Nr	1	2	3	4	5	6	7
A	Byggnadsår							
B	Antal hus							
C	Ca m^2 bottenplatta/hus							
D	Ev övergolv: 1 = inget övergolv 2 = luftat övergolv 3 = Cellplast + spånsk.							
E	Beställd betongkvalitet och konsistens, ange t ex K250T							
F	Nominell betongtjocklek, cm							
G	Isoleringstyp: 1 = mineralull, 2=ytstab.lättklink. 3 = cementbunden lättklinker 4 = cellplast a = underliggande b = ovanpå btgplatta							

Blad 2

		1	2	3	4	5	6	7
H	Isoleringstjocklek, cm							
I	1 = enbart randisolering 2 = isol.under hela plattan							
J	Dräneringslager: 1 = grus, 2 = singel, 3 = makadam							
K	Dräneringlager, tjocklek, cm							
L	Undergrund: 1 = Lera, 2 = Berg, 3 = Morän, 4 = grus 5 = Silt							
M	1 = Pålad grund, 2 = Ej pålad grund							
N	Gjuttid på året: Ange månadsintervall, t ex 4-10							
Fuktskada?	Ja	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	Nej	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Om frågan besvaras med Nej ifylls ej resterande frågor								
O	Orsak till skada 1 = Byggfukt, 2 = Markfukt, 3 = Vattenläckage							
P	Hur har skadorna yttrat sig? 1 = mattor bubblat sig 2 = mattor lossnat 3 = färg förändring 4 = dålig lukt 5 =							
Q	Omfattning: Ange antal skadade hus inom resp. område							
R	Hittills nedlagd kostnad i tusentals kronor							
S	Ange antagen framtida omfattning av skadan (antal hus)							
T	Uppskattad total kostnad							
U	Golvmaterial där skador skett: 1 = plastmatta 2 = heltäck med gummibaksida 3 = heltäck med jutefilt 4 = heltäck utan baksida 5 = kork-o-plast 6 = parkett 7 = linoleum							

		1	2	3	4	5	6	7
V	Utförande av reparation: 1 = Utbyte av matta, 2 = Utbyte av matta + Primning, 3 = Annan lösning av konstr., kommentera gärna nedan i så fall							
X	Vem har betalt reparationen? 1 = Företaget, 2 = Försäkr.bolag, 3 = Husägaren, 4 = Golventr.							

Nedan finns utrymme för förklaringar då markering = 0
Ange fråga och område i ruta till vänster, t ex 2D.
Även allmänna synpunkter är välkomna.

OBJEKT 1		Cellplastisolering, pålad grund, nålfilt				
Mätpkt 1 (1.35 m fr y-vägg, pl tjl 14.5 cm)		mattläggn 20/4	28/4	3/5	27/5	18/10
RF 5.5 cm djupt	%	98	99	96	96	87
ö.k isol	%	98	93	92	93	87
u.k isol	%	-	-	-	-	89
T ö.k isol	°C	10.6	21.0	16.1	20.2	18.4
u.k isol	°C	9.3	13.6	11.8	15.0	16.3
Fuktkvot u.k btg	%	∿6.1	∿5.5	∿5.7	∿5.8	∿5.5
Mätpkt 2 (2.8 m fr y-vägg, pl tjl 25 cm)						
RF 4 cm djupt	%	98	96	-	-	-
∿10 cm djupt	%	100	100	97	-	-
∿15 cm djupt	%	100	100	100	-	-
T ö.k isol		11.5	20.6	15.8	-	-
u.k isol		10.7	15.0	12.1	-	-
Uteklimat RF	%	50	80	76	38	-
T	°C	8	5	9	15	-
Inneklimat RF	%	60	70	63	52	65
T	°C	9	21	19	20	20

OBJEKT 2		Min.ullsisolering, pålad grund, nålfilt						
Mätpkt 1 (1.35 m fr y-vägg, pl tjl 16 cm)		mattläggn 20/4	21/4	28/4	3/5	4/5	27/5	19/10
RF 5.5 cm djupt	%	100	-	100	100	-	92	87
ö.k isol	%	70	-	64	77	-	81	87
u.k isol	%	-	-	-	-	-	-	94
T ö.k isol	°C	18.4	-	19.9	16.5	-	19.6	20.2
u.k isol	°C	11.8	-	11.8	11.2	-	14.9	18.2
Fuktkvot u.k btg	%	∿4.1		∿3.9	∿3.7		∿3.2	∿3.5
Mätpkt 2 (2.8 m fr y-vägg, pl tjl 23.5 cm)								
RF 3.5 cm djupt	%	-	100	92	-	90	-	-
9.5 cm djupt	%	-	100	99	-	98	-	-
14.5 cm djupt	%	-	100	100	-	100	-	-
T ö.k isol	°C	-	17.0	17.4	-	16.6	-	-
u.k isol	°C	-	14.1	13.4	-	12.6	-	-
Uteklimat RF	%	50	72	80	76	68	38	
T	°C	8	6	5	9	10	15	
Inneklimat RF	%	45	70	47	75	68	50	53
T	°C	17	13	20	20	19	22	20

OBJEKT 3			Min.ull isolering, pålad grund, PVC-matta						
Mätpkt 1 (1.4 m fr y-vägg pl tjl 16 cm)			mattläggn						
			23/2	4/3	10/3	22/3	28/3	10/5	27/9
RF 7 cm djupt		%	100	100	(93)	100	97	95	87
ö.k isol, 1 cm mer		%	100	63	78	76	73	75	89
u.k isol		%	74	-	-	-	-	-	-
T ö.k isol		°C	-	-	-	-	-	-	-
u.k isol		°C	9.0	-	11.1	14.0	13.0	15.0	22.0
Uteklimat	RF	%	82	94	90	90	76	88	-
	T	°C	-4	0.5	4	-5	-2	9	-
Inneklimat	RF	%	46	-	55	35	37	-	47
	T	°C	13	23	23	25	25	22	19.5

OBJEKT 4			Cellplastisolering						
Mätpkt 1 (1.3 m fr y-vägg pl tjl 8.5 cm)			mattläggn						
			24/3	19/4	20/4	27/4	4/5	31/5	26/9
RF 5 cm djupt		%	97	87	-	95	98	92	85
ö.k isol		%	98	82	-	88	91	89	83
u.k isol		%	-	-	-	-	-	-	86
T ö.k isol		°C	10.9	19.0	-	16.8	20.1	19.0	19.9
u.k isol		°C	6.0	10.4	-	10.6	12.8	13.7	16.2
Fuktkvot u.k btg		%	∿6.5	∿5.5	-	∿5.5	∿5.5	∿5.3	-
Mätpkt 2 (3.9 fr y-vägg, pl tjl 14 cm)									
RF 4 cm djupt		%	98	-	91	90	-	-	-
6.5 cm djupt		%	100	-	90	92	-	-	-
10 cm djupt		%	100	-	96	93	-	-	-
T ö.k isol		°C	0.9	-	19.1	16.7	-	-	-
u.k isol		°C	0.7	-	13.1	12.1	-	-	-
Uteklimat	RF	%	85	54	50	88	68	44	-
	T	°C	0.5	4	7	6	10	13	-
Inneklimat	RF	%	50	51	55	71	56	47	52
	T	°C	12	21	21	19	21	21	21

OBJEKT 5		Min.ull isolering, PVC-matta						
Mätpkt 1 (1.3 m fr vägg pl tjl 13 cm)		4/3	14/3	22/3	28/3	18/4	26/4	mattläggn 6/10
RF 7 cm djupt	%	97	100	100	99	93	92	83
ö.k isol	%	100	90	80	78	71	71	78
u.k isol	%	-	-	-	-	-	-	85
T ö.k isol	°C	-	17.1	16.3	13.5	17.3	17.8	23.5
u.k isol	°C	-	11.1	11.3	10.0	11.8	8.3	15.9
Fuktkvot u.k btg	%	-	6.1	-	6.3	4.7	4.6	4.1
Uteklimat RF	%	94	96	90	75	59	88	-
T	°C	0.5	1	-5	-2	4	0.5	
Inneklimat RF	%	66	56	70	43	51	52	-
T	°C	10	16	17	19	21	22	24

OBJEKT 6		Min.ull isolering, Btg K400			
Mätpkt 1 (1.35 m fr y-vägg pl tjl 14.5 cm)		9/2	23/2	3/3	mattläggn
RF 6 cm djupt	%	100	95	100	
ö.k isol	%	100	100	70	
u.k isol	%	100	-	-	
T ö.k isol	°C		12.1	17.6	
u.k isol	°C		8.5	11.3	
Uteklimat RF	%	77	82	86	
T	°C	-5	-4	-13	
Inneklimat RF	%	39	40	33	
T	°C	13	19	21	

OBJEKT 7		Min.ull isolering; aerotemper, nålfilt							
Mätpkt 1 (1.35 m fr y-vägg pl tjl 10 cm)		9/2	23/2	3/3	8/3	21/3	28/3	10/5	20/10
RF 5 cm djupt	%	100	(59)	(84)	88	82	83	80	75
ö.k isol	%	100	74	80	70	71	73	74	80
u.k isol	%	82	-	-	81	-	-	-	87
T ö.k isol	°C	8.2	13.3	12.9	15.4	16.4	16.3	19.8	19.9
u.k isol	°C	4.6	9.7	9.5	10.8	11.6	12.0	14.3	16.7
Fuktkvot u.k btg	%	∿6.3	∿5.6	-	∿4.9	∿5.1	∿5.2	∿3.2	∿2.8
Mätpkt 2 (2.8 m fr y-vägg pl tjl 15 cm)									
RF 4 cm djupt	%	100	-	-	-	91	-	-	-
7.5 cm djupt	%	100	100	98	100	96	-	-	-
10 cm djupt	%	100	100	100	100	100	-	-	-
Uteklimat RF	%	78	82	86	90	92	76	88	-
T	°C	-5	-4	-13	2	2	-2	9	
Inneklimat RF	%	47	50	53	54	51	48	-	54
T	°C	16	17	18	19	17	17	20	20

OBJEKT 8		Min.ull isolering; kondensationsaggregat			
Mätpkt 1 (1.45 m fr y-vägg pl tjl 13 cm)		9/2	16/2	2/3	mattläggn
RF 6 cm djupt	%	100	100	100	
10 cm djupt	%	95	95	82	
u.k isol	%	98	89	-	
T ö.k isol	°C	9.7	15.0	11.0	
Mätpkt 2 (2.8 m fr y-vägg pl tjl 18 cm)					
RF 5 cm djupt	%	100	99	99	
7 cm djupt	%	100	100	100	
13.5 cm djupt	%	100	100	100	
Uteklimat RF	%	78	84	60	
T	°C	-5	-6	0.2	
Inneklimat RF	%	54	30	53	
T	°C	8	18	19	

OBJEKT 9			Min.ull isolering; sorptionsaggregat, PVC-matta						
Mätpkt 1 (1.45 m fr y-vägg pl tjl 13 cm)			mattläggn						
			9/2	16/2	2/3	8/3	21/3	10/5	23/9
RF	7.5 cm djupt	%	100	100	95	(100)	90	89	84
	ö.k isol, 1.5 cm ner	%	98	92	81	80	-	-	-
	u.k isol	%	85	93	-	-	-	-	84
T	ö.k isol	°C	19.7	16.1	14.3	16.9	18.6	18.7	19.6
	u.k isol	°C	14.5	13.5	10.5	12.2	14.3	14.8	17.7
Mätpkt 2 (2.8 m fr y-vägg pl tjl 18 cm)									
RF	5.5 cm djupt	%	100	100	99				
	7,5 cm djupt	%	100	100	100				
	12,5 cm djupt	%	100	100	100				
Uteklimat	RF	%	78	84	60	90	92	88	-
	T	°C	-5.5	-6	0.2	2	2	9	-
Inneklimat	RF	%	35	60	42	38	-	-	52
	T	°C	30	18	23	24	22	21	21

OBJEKT 10			Min.ull isolering; aerotemper, PVC-matta					
Mätpkt 1 (1.34 m fr y-vägg pl tjl 9.5 cm)			mattläggn					
			4/3	14/3	22/3	19/4	26/4	28/9
RF	5.5 cm djupt	%	100	94	91	84	83	81
	ö.k isol	%	100	65	64	70	69	82
	u.k isol	%	95	74	70	-	-	87
T	ö.k isol	°C	9.5	20.8	21.6	18.2	18.2	19.9
	u.k isol	°C	6.8	11.8	13.5	12.2	11.9	16.9
Fuktkvot u.k btg		%	∿5.8	-	∿5.6	∿4.1	∿4.1	∿4.2
Uteklimat	RF	%	94	96	90	54	88	-
	T	°C	1	1	-5	4	0.5	-
Inneklimat	RF	%	56	-	48	47	43	58
	T	°C	14	-	21	21	22	19.5

OBJEKT 11		Min.ull isolering; kondensationsaggr,nålfiltm.				
Mätpkt 1 (1.35 fr y-vägg pl tjl 15 cm)		mattläggn 15/3	23/3	19/4	26/4	21/10
RF 7 cm djupt	%	(95)	(85)	(73)	(74)	(78)
ö.k isol	%	77	77	74	73	92
u.k isol	%	76	-	-	-	87
T ö.k isol	°C	14.6	-	-	-	-
u.k isol	°C	15.6	-	16.0	16.3	18.5
Fuktkvot u.k btg	%	∿5.9	∿5.1	∿3.3	∿3.3	∿3.3
Mätpkt 2 (3.7 m fr y-vägg pl tjl 20 cm)						
RF 5 cm djupt	%	100	99	-	-	-
6 cm djupt	%	100	100	-	-	-
9,5 cm djupt	%	100	100	-	-	-
Uteklimat RF	%	92	82	54	88	-
T	°C	2	-1	4	0.5	-
Inneklimat RF	%	63	50	42	47	51
T	°C	10	25	20	20	21

OBJEKT 12		Min.ull isolering; sorptionsaggr, PVC-matta				
Mätpkt 1 (1.35 m fr y-vägg pl tjl 10 cm)		mattläggn 17/3	23/3	19/4	27/4	29/9
RF 6 cm djupt	%	100	100	83	83	78
ö.k isol	%	100	85	72	74	79
u.k isol	%	100	91	-	-	87
T ö.k isol	°C	-	10.6	18.6	19.4	21.2
u.k isol	°C	-	14.0	10.9	14.5	17.7
Fuktkvot u.k btg	%	-	-	∿4.1	∿3.8	∿3.6
Uteklimat RF	%	70	82	54	88	-
T	°C	5	-1	4	6	-
Inneklimat RF	%	72	65	45	46	54
T	°C	9	15	21	21	23

OBJEKT 13		Lättklinkerisolering; Btg K300, nålfiltmatta								
Mätpkt 1 (3.7 m fr y-vägg pl tjl 10 cm)		30 /11	6/12	7/2	14/2	28/2	7/3	16/3	9/5	12/10
RF 4.5 cm djupt	%	100	97	92	86	81	86	81	75	75
ö.k isol, 2 cm ner		(27)	100	100	95	89	92	86	87	87
u.k isol	%	98	100	81	83	-	-	83	-	90
T ö.k isol	°C	4.8	7.4	20.7	19.5	13.2	14.7	17.0	18.2	18.9
u.k isol	°C	5.1	7.0	17.1	13.0	11.9	12.9	13.2	14.9	17.0
Fuktkvot u.k btg	%	∿5.8	∿5.7	∿4.9	∿4.7	-	-	-	∿4.4	∿4.4
Mätpkt 2 (5.4 m fr y-vägg pl tjl 10 cm)										
RF 6 cm djupt	%	100	100	88	-	-	(73)	(69)	-	-
9 cm djupt	%	100	100	85	82	88	87	80	-	-
13 cm djupt	%	100	100	78	73	85	91	81		
Uteklimat RF	%	92	90	98	98	(32)	80	70	84	-
T	°C	4	2	-1	-2	1	-5	6	6	-
Inneklimat RF	%	99	50	34	33	39	-	-	-	61
T	°C	3	12	26	19	16	23	23	22	22

OBJEKT 14		Ventilerad lättklinkerisolering; Btg K300,PVC-matta								
		mattläggn								
Mätpkt 1 (3.7 m fr y-vägg pl tjl 10 cm)		13/1	7/2	14/2	28/2	1/3	7/3	16/3	9/5	11/10
RF 6 cm djupt	%	98	90	86	85	-	85	82	83	76
ö.k isol, 1 cm ner	%	-	95	93	95	-	95	91	90	87
u.k isol	%	100	97	95	-	-	-	-	-	90
T ö.k isol	°C	18.3	12.4	14.3	10.7					

Mätpunkter i objekt 13-15 är placerade i hallgarderoben. Intilliggande rum har parkettgolv.

OBJEKT 15		Lättklinkerisolering, Btg K300, nålfiltmatta								
Mätpkt 1 (3.7 m fr y-vägg pl tjl 11 cm)		mattläggn								
		1/12	7/12	8/2	15/2	1/3	8/3	17/3	9/5	11/10
RF 4.5 cm djupt	%	100	100	100	93	84	81	83	81	75
ö.k isol	%	100	100	99	98	98	96	95	89	86
u.k isol	%	100	100	95	97	-	-	-	-	88
T ö.k isol	°C	4.1	4.1	15.6	13.1	11.8	11.1	14.8	17.8	19.7
u.k isol	°C	5.2	5.2	13.7	11.7	10.8	12.6	12.6	15.3	17.8
Fuktkvot u.k btg	%	∿5.8	∿5.8	∿5.3	∿5.2	-	-	-	∿4.7	∿4.7
Mätpkt 2 (5.4 m fr y-vägg pl tjl 11 cm)										
RF 5.5 cm djupt	%	100	100	92	88	88	(72)	88	-	-
8.5 " "	%	100	100	94	94	95	(84)	92	-	-
11 " "	%	100	100	90	96	94	92	92	-	-
Uteklimat RF	%	99	100	98	72	80	90	70	84	-
T	°C	2	2	-1	(-16)	0.2	2	5	6	-
Inneklimat RF	%	97	95	41	32	45	-	-	76	68
T	°C	2	2	21	20	21	21	23	22	22.5

OBJEKT 16		Cellplastisolerat spånskivegolv på PE-folie o sand				
Mätpkt (3.2 m fr y-vägg)		mattläggn				
		24/2	9/3	25/3	11/5	13/10
RF u.k spånskiva	%	-	58	60	46	55
u.k cellplast	%	-	98	73	63	65
u.k sand	%	-	(58)	(48)	(81)	(81)
8 cm djupt i btg	%	100	98	(73)	93	90
T u.k spånskiva		-	15.0	17.2	17.7	18.4
u.k cellplast						
∿0.5 m fr y-vägg		-	10.4	10.6	12.5	14.7
∿mitt i hus		-	10.4	10.6	13.3	15.9
Uteklimat RF	%	83	100	80	82	-
T	°C	-7	-1	1	10.5	-
Inneklimat RF	%	45	71	40	-	63
T	°C	9	14	17	20	20